



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza**

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARAN, LERIDA

DOCUMENTO N°1:

MEMORIA

AUTOR: Jorge Villacampa Puyal
DIRECTOR: Antonio Montañés Espinosa
ESPECIALIDAD: Electricidad
CONVOCATORIA: Abril 2015

Resumen:

Debido a los acontecimientos sucedidos en verano del 2013 en el Valle de Arán, provincia de Lérida, se produjo una importante riada que afectó seriamente los municipios y la línea eléctrica que los abastecía eléctricamente, dicha línea será el objeto de nuestro proyecto.

El proyecto pretende llevar a cabo la construcción de una nueva Línea Aérea de Alta Tensión de 110 kV en el mismo emplazamiento que la anteriormente construida, entre las subestaciones de Pont de Rei y Benós. Para poder realizar este tipo de proyectos, es necesario seguir minuciosamente la legislación vigente en la materia, por ello, previamente a la realización del proyecto, es necesario acometer un estudio exhaustivo del Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RLAT), Aprobado por el Boletín Oficial del Estado en el Real Decreto 223/2008.

La potencia estimada a transportar será de 94,5 MW a una tensión de 110 kV. Además la configuración de los apoyos será de doble circuito para facilitar ampliaciones futuras en el transporte energético.

Las dos subestaciones que se emplean como puntos de conexión a la red distan entre si alrededor de 15 km, encontrándose la primera en el municipio de Caneján y la segunda en el municipio de Benós.

El trazado de la línea discurre en su totalidad por la provincia de Lérida. La traza escogida respeta las zonas ambientalmente protegidas así como las zonas urbanas, trascurriendo únicamente por terrenos rurales, por lo que su impacto es mínimo, no haciendo falta adoptar medidas extraordinarias como el soterramiento de la línea

La longitud total del trazado es de 15301 metros y cuenta con 74 apoyos, contando los dos finales de línea. La altura sobre el nivel del mar del trazado oscila entre 584 y 871,20 metros, por lo que la categoría de la línea para el cálculo de las sobre cargas será la B. La línea comprende 73 vanos, agrupados en 33 alineaciones. Además en todo el trazado existen 15 ángulos y 3 derivaciones. Éstas últimas se dirigen a la Central hidroeléctrica de San Juan de Torán, la S.E.T. de Les y la S.E.T. de Bosost.

A partir del trazado se ha realizado un estudio topográfico obteniéndose el perfil de la línea, el cual hemos implementado a través una un programa informático, Andelec. Una vez digitalizado el perfil del trazado de la línea, se ha dimensionado la línea en todas sus variables, a fin de cumplir con cada una de las especificaciones Reglamento (RLAT).

Los apoyos elegidos son del fabricante MADE, en concreto de las series Olmo, Arce y Drago. Los conductores escogidos a partir del estudio eléctrico serán del tipo LA-280 (Hawk) y el cable de tierra será único y del tipo OPGW 34. Por último, los herrajes seleccionados para la construcción de la presente línea son del fabricante MADE y los elementos aislantes son de SGD-La Granja.

La configuración de las crucetas de los apoyos serán de doble circuito al tresbolillo, a pesar de que montaremos un circuito simple.

Las cimentaciones de los apoyos serán del tipo monobloque para los apoyos Olmo y del tipo fraccionadas para los apoyos Arce y Drago.

LÍNEA AÉREA 110 kV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

MEMORIA

La toma de tierra proyectada para cada apoyo consistirá en cuatro picas de dos metros de longitud, unidas a través de conductor de cobre desnudo alrededor de las cimentaciones.

Por último se detallan los documentos de los que consta el proyecto: Memoria, Anexo I, Pliego de condiciones, Estudios de Seguridad y Salud, Presupuesto de la obra y Planos: todos ellos tienen la finalidad de describir y definir la instalación y los elementos que la integran, valorar el conjunto de la instalación y evidenciar el cumplimiento de las prescripciones técnicas impuestas en el vigente Reglamento.

Índice	PÁG.
1- ANTECEDENTES	7
2- OBJETO DEL PROYECTO	7
3- EMPLAZAMIENTO	7
4- ALCANCE DEL PROYECTO	9
5- TITULAR DE LA PETICIÓN	9
6- REGLAMENTACIÓN	9
7- NORMATIVA GENERAL	10
8- EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES	10
9- CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA	11
10- POTENCIA A TRANSPORTAR	11
11- TRAZADO DE LA LÍNEA	12
12- RELACIÓN DE ENTIDADES Y ORGANISMOS AFECTADOS	14
13- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	15
13.1- CARACTERÍSTICAS GENERALES	15
13.2- DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	15
13.2.1- APOYOS	16
13.2.1.1- Apoyos con derivación	16
13.2.1.2- Protección de superficies de los apoyos	17
13.2.1.3- Dimensiones de los apoyos	17
13.2.2- CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA	19
13.2.3- CADENAS DE AISLAMIENTO	21
13.2.4- HERRAJES	21
13.2.1.4- Herrajes para el conductor	22
13.2.1.5- Herrajes para cable de tierra	23
13.2.5- EMPALMES PARA EL CONDUCTOR Y CABLE DE TIERRA	24
13.2.6- ACCESORIOS	25
14. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL	26
14.1- CIMENTACIONES PARA LOS APOYOS	26
14.1.1- Cimentación tipo monobloque	26
14.1.2- Cimentación tipo fraccionada (cuatro patas)	27
14.2- PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS	27
14.3- SEÑALIZACIÓN	29
14.4- PROTECCIONES	29
14- SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LA LÍNEA	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>

15-	CONCLUSIONES	31
16-	BIBLIOGRAFÍA	32

ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO I. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

ANEXO II. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

1- ANTECEDENTES

Con motivo de las riadas sufridas en el Valle de Arán en Junio del 2013, las cuales produjeron la rotura de varios tramos del tendido eléctrico, se redacta el presente proyecto de una **Línea Eléctrica Aérea de Alta Tensión en zona de montaña de 110 kV** a petición de la **Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza**, con C.I.F.: Q5018001G y domicilio social en C/María de Luna s/n, Edificio C, 50.018 de Zaragoza.

Así mismo, deseamos garantizar su correcto funcionamiento y el cumplimiento de la normativa vigente.

2- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es el estudio, descripción y evaluación de las instalaciones necesarias para la distribución de la energía eléctrica generada en las centrales hidroeléctricas del Valle de arán, en la provincia de Lérida.

Se llevará a cabo el diseño de toda la línea, tanto de la zona afectada por la riada, como los tramos no dañados, de forma que se implementará una línea completamente nueva.

Del estudio de la infraestructura eléctrica y la ubicación donde se sitúa la línea objetivo del proyecto, así como las necesidades energéticas (potencia generada), de las instalaciones eléctricas existentes y/o en proyecto, de la orografía y características del terreno, se ha optado por la construcción de:

La línea Aérea a la tensión nominal de 110 kV tendrá su origen en la Subestación de la Central Hidroeléctrica de Pont de Rei, la cual recorrerá los pueblos del bajo Arán, hasta finalizar en la subestación de la Central Hidroeléctrica de Benós. La línea será de simple circuito, estando los apoyos preparados para la instalación de un segundo circuito para posibles ampliaciones futuras.

Con el presente proyecto se pretende establecer las características de la instalación, teniendo presentes criterios de seguridad, calidad de servicio, técnicos, estéticos, medio ambientales, económicos y de explotación de las instalaciones, siendo su objeto la solicitud oficial de la línea en proyecto, en cuanto a Autorización Administrativa.

3- EMPLAZAMIENTO

La línea eléctrica en proyecto se localizará en el Valle de Arán, comarca española situada en los pirineos centrales (provincia de Lérida, España). La comarca está integrada por 9 municipios, de los cuales cabe destacar su capital, Vielha Mitg Arán (Viella Medio Arán).

Las siguientes imágenes muestran la situación geográfica donde se emplazará la línea, en la provincia de Lérida (figura 3 a)), y más concretamente el Valle de Arán (figura 3 b)).



Figura 3 a). Situación de la línea en la provincia de Lérida

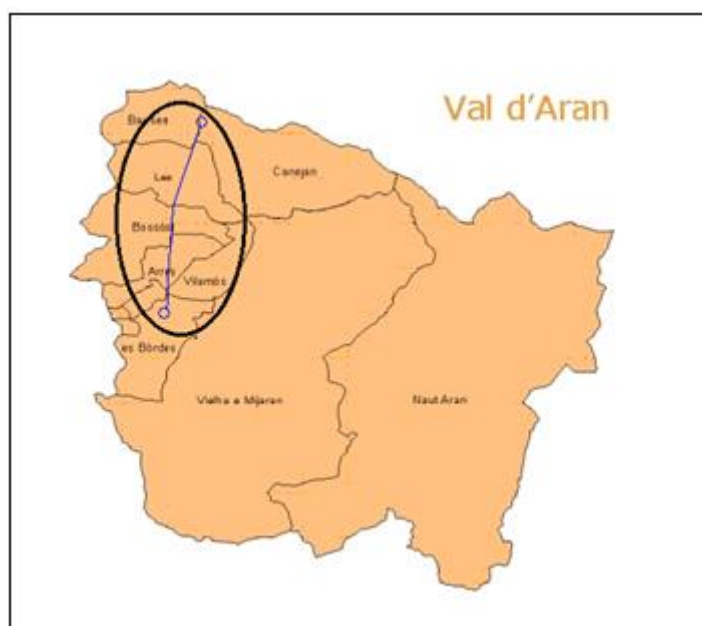


Figura 3 b). Situación de la línea en el Valle de Arán

4- ALCANCE DEL PROYECTO

Es de alcance de este proyecto la instalación de una Línea Aérea de Alta Tensión de 110 kV, necesaria para garantizar el suministro de energía eléctrica a los municipios localizados en la zona afectada por la riada, los cuales son Canejan, Bausen, Les, Bosost, Arres, Vilamos y Las Bordas, provincia de Lérida.

Los documentos que formarán parte del proyecto serán: Memoria, Anexos, Pliego de Condiciones, Estudio de Seguridad y Salud Laboral, Presupuesto y Planos. En él se describen, justifican y valoran, a nivel constructivo, todos los elementos constitutivos de la Línea Aérea de Alta Tensión de 110 kV situada en el Valle de Arán, entre la subestación de la central hidroeléctrica de Pont de Rei y la subestación de la central hidroeléctrica de Benós, que recorrerá los términos municipales Canejan, Bausen, Les, Bosost, Arres, Vilamos y Las Bordas, provincia de Lérida.

Mediante la documentación expuesta se pretende describir las características constructivas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo a las directrices que señalan los vigentes reglamentos que se refieren a este tipo de instalaciones.

5- TITULAR DE LA PETICIÓN

Se redacta el presente proyecto a petición de la **Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza**, con domicilio social en C/ María de Luna, 3, Edificio Torres Quevedo (Campus Rio Ebro), 50018 Zaragoza y CIF Q5018001G, el cual consiste en la realización del proyecto LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 110 KV, INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, en los términos municipales Canejan, Bausen, Les, Bosost, Arres, Vilamos, Las Bordas, provincia de Lérida.

6- REGLAMENTACIÓN

El diseño y construcción de la Línea Aérea de Alta Tensión a la que se refiere el presente proyecto deberá cumplir lo que se establece en los siguientes Reglamentos y Normas en su edición vigente:

- Real Decreto (RD) 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se Regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica (BO.E. nº310 de 27-12-00).
- Ley de prevención de Riesgos Laborales (LPRL), (Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de 1995, B.O.E. nº269 de 10-11-1995).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (B.O.E. nº148 de 21-06-2001).
- Decreto 223/2008, de 15 de febrero, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Decreto 328/92 (DOGC) Plan de espacios de interés natural.

- Decreto 351/87 (DOGC 932 de 28-12-1987) por el que se determinan los procedimientos administrativos aplicables a las instalaciones eléctricas.
- Ley 54/97 de 27-11-97 del Sector Eléctrico (BO.E. nº285 de 28-11-1997).
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BO.E. nº222 de 13-09-2008).
- Otras reglamentaciones o disposiciones administrativas nacionales, autonómicas o locales vigentes.

7- NORMATIVA GENERAL

Como referencia para la redacción del presente proyecto se ha considerado la siguiente documentación:

- Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los reglamentos, en sus correspondientes actualizaciones efectuadas por el Ministerio de Industria Turismo y Comercio.
- Normas UNE que no siendo de obligado cumplimiento, definan características de los elementos integrantes de las instalaciones.
- Normas europeas (EN).
- Proyecto tipo UNESA.
- Recomendaciones UNESA.
- Estándares de Ingeniería de Grupo ENDESA (Normas GE).
- Otras normas y disposiciones vigentes que puedan ser de obligado cumplimiento.

8- EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

La Línea Aérea discurrirá por los siguientes municipios de la comarca española del Valle de Arán.

Municipios	Comarca
Caneján, Bausen, Les, Bosost, Arres, Vilamos, Las Bordas	Valle de Arán

Tabla 8.1. Municipios recorridos por la línea.

El trazado puede consultarse en los planos de Situación y Emplazamiento y está definido por el siguiente listado de coordenadas UTM, referenciadas en el huso 30 (ED50):

- **Origen de la línea:** Pórtico en S.E.T. "Central hidroeléctrica de Pont de Rei"

PÓRTICO	X _{UTM} (m)	Y _{UTM} (m)
P1 (Línea 1)	314.951,61	4.746.379,82

Tabla 8.2. Origen de la línea.

- Vértices:

LÍNEA 1: PONT DE REI- BENÓS		
Vertice	X _{UTM} (m)	Y _{UTM} (m)
V1(Apoyo N°15)	313.457,55	4.742.713,96
V2(Apoyo N°20)	312.469,18	4.741.506,34
V3(Apoyo N°21)	312.293,26	4.741.397,84
V4(Apoyo N°26)	311.896,11	4.740.582,78
V5(Apoyo N°29)	311.810,48	4.740.091,42
V6(Apoyo N°36)	311.320,32	4.738.906,63
V7(Apoyo N°38)	311.012,53	4.738.516,63
V8(Apoyo N°41)	310.768,97	4.737.922,89
V9(Apoyo N°42)	310.811,13	4.737.634,21
V10(Apoyo N°43)	310.909,39	4.737.453,39
V11(Apoyo N°45)	311.169,37	4.737.218,68
V12(Apoyo N°48)	311.274,65	4.736.747,02
V13(Apoyo N°54)	311.756,92	4.735.834,08
V14(Apoyo N°61)	312.423,21	4.734.977,59
V15(Apoyo N°67)	313.405,66	4.734.422,30
V16(Apoyo N°71)	314.089,12	4.734.338,19

Tabla 8.3. Vértices de la línea

- Final de la línea: Pórtico en S.E.T. “Central hidroeléctrica de Benós”

PÓRTICO	X _{UTM} (m)	Y _{UTM} (m)
P2 (Línea 1)	314.560,77	4.734.146,87

Tabla 8.2. Final de la línea.

9- CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA

Según se indica en los artículos 3 y 17 del Vigente Reglamento Técnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión, las líneas en proyecto se clasifican:

Por su altitud..... **B**

Por su nivel de tensión, 110 kV..... **1ª categoría**

10- POTENCIA A TRANSPORTAR

La máxima potencia a transportar por esta línea será de 94,5 MW, la cual estará constituida por un único circuito simplex:

11- TRAZADO DE LA LÍNEA

El origen de la Línea Aérea objeto de este proyecto es el pódico P1 de la S.E.T. en la Central Hidroeléctrica de Pont de Rei, desde donde y a través de 33 alineaciones y 74 apoyos se llegará al pódico P2 de la subestación existente en la Central Hidroeléctrica de Benós, mediante una línea de simple circuito.

La longitud total de la línea es de 15301 metros, discurriendo por los Términos Municipales de Canejan, Bausen, Les, Bossost, Arres, Vilamos, Las Bordas, en la provincia de Lérida.

LÍNEA : PONT DE REI- BENÓS			
ALINEACIÓN	APOYOS	LONGITUD (m)	TERMINO MUNICIPAL
1	P1 - 1	17	Caneján
2	1 - 3	437	Caneján
3	3 - 4	84	Caneján
4	4 - 5	488	Caneján y Bausén
5	5 - 6	209	Bausén
6	6 - 15	2702	Bausén y Les
7	15 - 18	919	Les
8	18 - 20	645	Les
9	20 - 21	205	Les
10	21 - 26	907	Les y Bosost
11	26 - 29	501	Bosost
12	29 - 36	1282	Bosost
13	36 - 38	495	Bosost
14	38 - 41	643	Bosost
15	41 - 42	293	Bosost
16	42 - 43	205	Bosost
17	43 - 44	90	Bosost
18	44 - 45	262	Bosost
19	45 - 46	160	Bosost y Arres
20	46 - 47	218	Arres
21	47 - 48	104	Arres
22	48 - 50	149	Arres
23	50 - 52	524	Arres
24	52 - 54	369	Arres y Vilamós
25	54 - 58	601	Vilamós
26	58 - 60	312	Vilamós
27	60 - 61	165	Vilamós y Las Bordas
28	61 - 65	835	Las Bordas
29	65 - 67	290	Las Bordas
30	67 - 71	685	Las Bordas
31	71 - 72	143	Las Bordas
32	72 - 74	340	Las Bordas
33	74 - P2	22	Las Bordas
TOTAL	33 Alineaciones	15301	

Tabla 11. Trazado de la línea

En el transcurso de la línea Aérea tendremos una altura mínima y máxima sobre el nivel del mar mínima de 584 m y 871 m respectivamente. Por tanto según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, la Línea se considerará en Zona B.

12- RELACIÓN DE ENTIDADES Y ORGANISMOS AFECTADOS

En la siguiente tabla se indican los organismos o entidades afectados por la línea en proyecto por cruzamientos o por paralelismos, que cumplen lo que al respecto se establece en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, y para los cuales se confeccionan las correspondientes tablas.

Ministerio de Carreteras del Estado

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
4 - 5	Cruzamiento con Carretera N-230 en P.K. 186	Caneján y Bausen
8 - 9	Cruzamiento con Carretera de Bausen en P.K. 0,380	Bausen
10 - 11	Cruzamiento con Carretera N-230 en P.K. 184	Bausen y Les
62 - 63	Cruzamiento con Carretera de Arró	Las Bordas
72 - 73	Cruzamiento con Carretera N-230 en P.K. 171,2	Las Bordas

Consejo General de Arán

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
10 - 11	Cruzamiento con Camino de la Lana de Les	Les
18 - 19	Cruzamiento con Pista forestal Portet	Les
19 - 20	Cruzamiento con Pista forestal Portet	Les
32 - 33	Cruzamiento con Camino de la Lana de Bosost	Bosost
38 - 39	Cruzamiento con Camino de la Central	Bosost
39 - 40	Cruzamiento con Camino de la Central	Bosost

Confederación Hidrográfica del Ebro.

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
4 - 5	Cruzamiento con Río Garona	Caneján y Bausen
10 - 11	Cruzamiento con Río Garona	Bausen y Les
28 - 29	Cruzamiento con Presa del canal	Bosost
72 - 73	Cruzamiento con Río Garona	Las Bordas
73 - 74	Cruzamiento con Río Garona	Las Bordas

Endesa Distribución Eléctrica, S.L.

APOYOS N°	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
4 - 5	Cruzamiento con Línea Aérea Media Tensión a S.E.T. Bausén	Caneján y Bausen
8 - 9	Cruzamiento con Línea Aérea Media Tensión	Bausen
71 - 72	Cruzamiento con Línea Aérea Media Tensión	Las Bordas
5 - 8	Paralelismo con línea Media Tensión	Bausen

13- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

13.1- CARACTERÍSTICAS GENERALES

La Línea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

LÍNEA 1: PONT DE REI- BENÓS	
Tensión nominal	110 kV
Tensión más elevada	123 kV
Potencia a transportar	99,66 MW
N° de circuitos	1
N° de conductores por fase	Uno (Simplex)
Disposición conductores	Tresbolillo
Longitud de la línea	15.301 km
Zona de Cálculo	B
Velocidad de viento máxima considerada	120 km/h
Conductores por circuito	Tres, de aluminio y acero tipo LA-280
Tense Máximo LA-280 a -15 °C + Hielo	2000 daN
Cable de tierra	Uno, Cable compuesto OPGW 34F42Z
Tense Máximo OPGW a -15 °C + Hielo	1200 daN
Aislamiento	Cadenas de 8 elementos U100BS / 127 en vidrio templado
Apoyos	74 Apoyos metálicos de celosía de acero galvanizado
Tipo de cimentación de Apoyos	Monobloque Fraccionada 4 patas
Puesta a tierra de Apoyos	Electrodo de difusión o anillo difusor

Tabla 13.1: Características generales

13.2- DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

13.2.1- APOYOS

La selección del apoyo del presente documento se ha realizado mediante el catálogo del fabricante MADE.

Este fabricante realiza apoyos normalizados para líneas eléctricas. La primera ventaja que presentan las torres normalizadas es la mejora de precio, ya que se han realizado todas las fases de cálculo y diseño, así como el montaje de prototipos. Además, permiten responder con la seguridad de que no se producirán problemas en el montaje en obra. Por lo tanto se reduce el costo total y el tiempo de ejecución del proyecto ya que se reduce la complejidad del mismo, al aprovechar la experiencia acumulada en procesos anteriores y se reducen las complicaciones de acopio y almacenamiento.

Los apoyos seleccionados en el proyecto serán de la series OLMO, ARCE y DRAGO con los armados H, de forma que, pese a realizar un montaje de simple circuito, prepararemos la línea para trabajar con una disposición de doble circuito para ampliaciones futuras.

Los apoyos OLMO y ARCE seleccionados están preparados para una tensión de hasta 132 kV, por lo que no estará sobredimensionado, ya que la tensión de la línea proyectada será de 110 kV. Por otra parte podremos emplear la primera serie para cimentaciones monobloque y la segunda para fraccionadas.

Los apoyos DRAGO, de mayor robustez que los anteriores, empleados para una tensión de hasta 220 kV serán empleados en apoyos de principio y final de línea, donde se ejercen mayores esfuerzos y en apoyos de alturas por encima de 30 metros, debido a que las otras series no superan dicha altura.

Todos los apoyos están constituidos por perfiles angulares galvanizados, totalmente atornillados, de cuerpo formado por tramos troncopiramidales cuadrados y cabeza prismática.

Todos los apoyos dispondrán de una cúpula para instalar el cable de guarda con fibra óptica, situados a una distancia necesaria que permite garantizar que los cables conductores siempre se encuentren comprendidos dentro del ángulo de protección eficaz, con la doble misión de protección contra la acción del rayo y comunicación.

En cada apoyo se instalará la perceptiva placa de señalización en el que se indicará su tensión, número de apoyo y otros datos de interés.

13.2.1.1- Apoyos con derivación

A lo largo de la línea tendremos varios apoyos con una disposición especial, los cuales serán apoyos de derivación, en ellos se añadirá una semicruceta recta perpendicular a las crucetas del armado, donde se suspenderá una cadena especial formada por 8 aisladores y un contrapeso, de modo que se impida el contacto eléctrico entre los conductores y el apoyo, en la unión realizada para la continuidad eléctrica entre línea y derivación.

Tanto los apoyos de derivación como la cadena se puede observar en el documento de planos del proyecto.

A continuación se indican los apoyos con derivación que tendremos en el proyecto y el destino de la línea derivada.

- Apoyos N°6: se trata de un apoyo de Alineación/Anclaje, por un lado de la cruceta se proyectará la línea principal y por la otra cruceta se producirá la unión con la derivación, la cual es una línea que proviene de la Central Hidroeléctrica de Torán, de 13,12 MW de potencia.
- Apoyo N°21: apoyo de Ángulo/Anclaje, tiene la misma disposición que la anterior, variando los ángulos de salida de las líneas. La derivación de este apoyo comunica directamente con el pórtico de la Subestación Eléctrica de Les.
- Apoyos N°38: apoyo de Ángulo/Anclaje, tiene la misma disposición que las anteriores, variando los ángulos de salida de las líneas. En este caso la derivación se une directamente con el pórtico de la Subestación Eléctrica de Bosost.

13.2.1.2- Protección de superficies de los apoyos

Para evitar la corrosión, todos los perfiles y elementos metálicos de la estructura estarán galvanizados en caliente. Este galvanizado por inmersión en caliente se hará de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461:1999.

La superficie presentará una galvanización lisa adherente, uniforme, sin discontinuidades y sin manchas

13.2.1.3- Dimensiones de los apoyos

Se precisa de una distancia mínima a mantener de los conductores entre sí, de acuerdo al apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, en los vanos de la línea aérea. En el anexo de Cálculos justificativos puede consultarse una tabla resumen con dichas distancias.

La altura elegida de los apoyos está determinada por la distancia mínima reglamentaria a mantener al terreno y demás obstáculos por los conductores de la línea aérea.

En la siguiente tabla se expresa la ubicación de cada torre definida por sus coordenadas UTM en el huso 30 (ED50) así como los tipos de apoyos y características particulares en cada caso, siendo:

- PL: Principio de línea. °
- AL: Alineación.
- AL/A: Alineación/Anclaje.
- AN/AL: Ángulo/Alineación.
- AN/A: Ángulo/Anclaje.
- FL: Final de línea.

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA
MEMORIA

Nº	POSICIÓN (HUSO 30)		TIPO	ALTURA LIBRE	ARMADO	FUNCIÓN
	XUTM	YUTM				
P1	314.951,61	4.746.379,82	S.E.T. "Pont de Rei"	14	--	Pórtico
1	314.941,21	4.746.368,51	DRAGO 900	24	H40	PL/FL
2	314.848,51	4.746.142,84	ARCE 300	30	H41	AL
3	314.769,35	4.745.948,27	ARCE 900	27,5	H42	AL/A
4	314.738,52	4.745.870,42	ARCE 900	27,5	H43	AL/A
5	314.553,86	4.745.415,75	ARCE 900	23	H44	AL/A
6	314.475,13	4.745.221,38	ARCE 900	20,7	H45	AL/A
7	314.387,97	4.745.007,33	ARCE 300	30	H46	AL
8	314.255,31	4.744.680,40	ARCE 300	23	H47	AL
9	314.082,72	4.744.256,37	ARCE 300	30	H48	AL
10	313.979,48	4.744.000,31	ARCE 300	30	H49	AL
11	313.830,62	4.743.631,36	ARCE 300	25	H50	AL
12	313.715,70	4.743.349,37	ARCE 300	30	H51	AL
13	313.606,44	4.743.082,31	DRAGO 300	33	H4	AL
14	313.519,85	4.742.867,08	OLMO 275	5TA	H5	AL
15	313.457,38	4.742.715,71	ARCE 900	18,45	H40	AN/A
16	313.273,48	4.742.456,55	ARCE 300	30	H40	AL
17	313.094,64	4.742.206,86	ARCE 300	23	H40	AL
18	312.922,48	4.741.968,80	ARCE 900	20,7	H40	AL/A
19	312.693,16	4.741.735,78	ARCE 300	25	H40	AL
20	312.471,56	4.741.505,18	ARCE 900	18,45	H40	AN/A
21	312.293,04	4.741.398,06	ARCE 900	20,7	H40	AN/A
22	312.227,96	4.741.265,11	OLMO 275	5TA	H5	AL
23	312.157,52	4.741.120,71	OLMO 275	5TA	H5	AL
24	312.091,96	4.740.986,67	ARCE 300	27,5	H40	AL
25	311.987,97	4.740.771,23	ARCE 300	27,5	H40	AL
26	311.895,93	4.740.584,10	ARCE 900	25	H40	AN/A
27	311.862,72	4.740.396,89	OLMO 275	5TA	H5	AL
28	311.842,14	4.740.278,46	ARCE 300	23	H40	AL
29	311.810,05	4.740.092,08	ARCE 900	25	H40	AN/A
30	311.730,82	4.739.900,00	OLMO 275	5TA	H5	AL
31	311.674,14	4.739.761,98	OLMO 275	5TA	H5	AL
32	311.616,12	4.739.623,13	OLMO 275	5TA	H5	AL
33	311.544,80	4.739.447,65	ARCE 300	25	H40	AL
34	311.442,18	4.739.203,68	ARCE 300	23	H40	AL
35	311.381,94	4.739.056,34	ARCE 300	23	H40	AL
36	311.320,10	4.738.906,85	ARCE 900	23	H40	AN/A
37	311.116,04	4.738.647,70	ARCE 300	23	H40	AL
38	311.012,55	4.738.517,28	ARCE 900	30	H40	AN/A
39	310.919,63	4.738.291,41	OLMO 275	6T	H5	AL
40	310.844,31	4.738.107,70	ARCE 300	23	H40	AL
41	310.768,54	4.737.923,35	ARCE 900	25	H40	AN/A
42	310.810,91	4.737.634,42	ARCE 900	25	H40	AL/A
43	310.910,65	4.737.451,37	ARCE 900	25	H40	AN/A
44	310.975,31	4.737.394,46	ARCE 900	23	H40	AL/A
45	311.167,76	4.737.223,76	ARCE 900	25	H40	AN/A
46	311.204,02	4.737.063,87	ARCE 900	27,5	H40	AL/A
47	311.252,27	4.736.852,47	ARCE 900	27,5	H40	AL/A
48	311.273,78	4.736.747,70	ARCE 900	25	H40	AN/A
49	311.324,06	4.736.674,55	ARCE 300	27,5	H40	AL
50	311.354,80	4.736.626,00	ARCE 900	25	H40	AL/A

LÍNEA AÉREA 110 kV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

MEMORIA

N°	POSICIÓN (HUSO 30)		TIPO	ALTURA LIBRE	ARMADO	FUNCIÓN
	XUTM	YUTM				
51	311.527,79	4.736.364,99	ARCE 300	23	H40	AL
52	311.609,68	4.736.170,14	ARCE 900	25	H40	AL/A
53	311.676,28	4.736.018,83	ARCE 300	23	H40	AL
54	311.756,78	4.735.833,22	ARCE 900	25	H40	AN/A
55	311.857,44	4.735.701,55	ARCE 300	30	H40	AL
56	311.929,75	4.735.606,12	OLMO 610	6T	H5	AL
57	312.018,01	4.735.491,41	OLMO 610	6T	H5	AL
58	312.128,23	4.735.351,83	ARCE 900	27,5	H40	AL/A
59	312.228,99	4.735.219,72	ARCE 300	27,5	H40	AL
60	312.319,06	4.735.106,07	ARCE 900	25	H40	AL/A
61	312.421,50	4.734.979,17	ARCE 900	30	H40	AN/A
62	312.593,70	4.734.880,36	ARCE 300	25	H40	AL
63	312.829,74	4.734.745,24	ARCE 300	30	H40	AL
64	313.003,54	4.734.648,59	OLMO 610	6T	H5	AL
65	313.153,56	4.734.565,50	ARCE 900	25	H40	AL/A
66	313.260,00	4.734.504,17	ARCE 300	30	H40	AL
67	313.405,85	4.734.421,41	ARCE 900	25	H40	AN/A
68	313.592,26	4.734.400,18	ARCE 300	30	H40	AL
69	313.786,10	4.734.377,66	ARCE 300	30	H40	AL
70	313.914,45	4.734.362,59	OLMO 610	6T	H5	AL
71	314.088,49	4.734.339,08	ARCE 900	27,5	H40	AN/A
72	314.222,78	4.734.283,58	ARCE 900	27,5	H40	AL/A
73	314.395,99	4.734.212,59	ARCE 300	30	H40	AL
74	314.537,69	4.734.154,50	DRAGO 900	18	H4	PL/FL
P2	314.561,29	4.734.149,70	S.E.T. "Benós"	14	--	Pórtico

Tabla 13.2. Ubicación de los apoyos

En el documento de planos se adjunta el detalle de los apoyos tipo, en el cual se resumen las dimensiones y pesos de los fustes y armados, así como el esquema de las cimentaciones con las medidas y volúmenes de cimentación.

13.2.2- CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA

CONDUCTOR DE FASE

El conductor de fase a utilizar en la construcción de la línea aérea es el LA- 280, que es un cable de Aluminio-Acero galvanizado, de acuerdo a la Norma UNE 21018, cuyas principales características se indican en la siguiente tabla:

- Denominación: LA-280 (HAWK)
- Composición: 26 de 3,44 mm(Al) + 7 de 2,68 mm (Ac)
- Sección total: 281,1 mm²
- Peso del cable: 0.956 daN/m
- Módulo de elasticidad: 7.546 daN/mm²
- Coeficiente de dilatación lineal: 18,9 x 10⁻⁶ °C⁻¹
- Carga de rotura: 8450 daN
- Resistencia eléctrica a 20°C: 0,1194 Ω/km

CABLE DE TIERRA

En cuanto al cable de tierra, para protección frente a las descargas atmosféricas, y para comunicaciones, la línea aérea está dotada de un cable compuesto tierra-fibra óptica, del tipo OPGW, de acuerdo a las Normas UNE-EN 60794-4 y GE NNJ001.

El cable de tierra seleccionado en el presente proyecto es el OPGW- 34F42Z, que es un cable de acero recubierto de aluminio con un núcleo de fibra óptica. Debido a este núcleo, se puede emplear también para realizar operaciones de telemando o para la transmisión de comunicaciones.

La composición del cable se puede observar en la figura 3, que queda descrita en la tabla 2.



Figura 13.2.2. Cable de tierra

Como se puede observar en la figura 3 y en la tabla 2, el cable OPGW - 34F42Z consta de un núcleo óptico absorbente de hidrógeno que sirve como soporte central dieléctrico, alrededor del cual se encuentran las fibras ópticas en tubos de protección holgados, taponados con gel antihumedad para evitar la entrada de humedad. Y recubriendo esta estructura se encuentra un tubo de aluminio extruido y una corona de hilos de acero recubiertos de aluminio, que dotan a la misma de unas buenas características mecánicas.

Este cable por tanto, tiene una elevada protección de la fibra, un buen equilibrio entre sus características eléctricas y mecánicas y un diseño altamente fiable.

Las características principales del cable de tierra vienen detalladas a continuación

- Denominación: OPGW 34F42Z
- Sección total: 80 mm²
- Diámetro del cable: 13,9mm
- Peso del cable: 0,417 daN

- Módulo de elasticidad: 11.650 daN/mm²
- Coeficiente de dilatación lineal: 17,6 x 10⁻⁶ °C⁻¹
- Carga de rotura: 5.396 daN

13.2.3- CADENAS DE AISLAMIENTO

Se consideran bajo esta denominación los aisladores y todos los elementos necesarios para la fijación de los mismos al apoyo y a los conductores, así como los elementos de fijación del cable de tierra a la torre y los elementos de protección eléctrica de los aisladores.

El aislamiento estará dimensionado mecánicamente para el conductor 242-AL1/39-STIA (LA-280) y eléctricamente para 110 kV. Éste constará de cadenas de aislamiento de elementos de vidrio templado, del tipo caperuza (CEI -305) y vástago.

La normativa aplicable para la fabricación de estos aisladores será:

- UNE-EN 60.305 – Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.
- UNE-EN 60.383 – Definición de métodos de ensayo y criterios de aceptación.
- UNE 21.009 – Medidas de acoplamiento para rótula y alojamiento de rótula de los elementos de cadenas de aisladores.
- UNE-EN 60372 – Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.

En los cruzamientos (Art. 32) el coeficiente de seguridad respecto a la carga de rotura mínima deberá aumentar un 25% respecto al indicado en el Art. 29 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

13.2.4- HERRAJES

Los elementos que se incluyen en este apartado serán aquellos necesarios para la fijación de los aisladores tanto a los apoyos y a los conductores, los de fijación del cable de tierra a la torre, los de protección eléctrica de los aisladores y accesorios del conductor como pueden ser antivibradores, separadores, manguitos, etc.

Para la elección de los herrajes se tendrá en cuenta su comportamiento frente al efecto corona y serán fundamentalmente de acero forjado, protegido de la oxidación mediante galvanizado a fuego.

Todos los bulones serán siempre con tuerca, arandela y pasador, estando comprendido el juego entre éstos y sus taladros entre 1 y 1,5 mm. El juego axial entre piezas estará comprendido entre 1 y 2,5 mm.

Las grapas de amarre tendrán como mínimo una carga de rotura que sea inferior al 90% de las del cable correspondiente.

Se tendrán en cuenta las disposiciones de los taladros y los gruesos de chapas y casquillos de cogida de las cadenas para que éstas queden posicionadas adecuadamente.

Todas las características métricas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes serán las indicadas en las normas siguientes:

- UNE-EN 61.284: Requisitos y ensayos para herrajes de líneas eléctricas aéreas
- UNE 21.009: Medidas de acoplamiento para rótula y alojamiento de rótula de los elementos de cadenas de aisladores.
- UNE 207009: Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- UNE-EN 60372: Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.

13.2.1.4- Herrajes para el conductor

La composición de las distintas cadenas de herrajes para el conductor, sus cargas de rotura y esfuerzos máximos a los que pueden ser sometidos serán los que marca el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión para el conductor.

Los herrajes a utilizar en el presente proyecto han sido seleccionados del catálogo de herrajes MADE.

Cadena de suspensión sencilla:

- 1 Grillete recto GN-16.
 - 1 Anilla bola protección AB-16P.
 - 1 rotula de protección R-16P.
 - 1 Descargador superior D-35.
 - 1 Descargador inferior D-35.
 - 1 Grapa de suspensión armada GSA.
-
- Carga de rotura del grillete de unión al apoyo 14.000 daN
 - Carga de rotura de la grapa 10.000 daN
 - Carga de rotura del resto de la cadena 13.500 daN

Cadena de suspensión doble:

- 2 Grillete recto GN-16.
- 1 Eslabón ES-16.
- 2 Yugo triangular Y-16.
- 2 Horquilla bola paralela HBP-16.
- 2 Rotula de horquilla RH-16.
- 1 Horquilla HP-16.
- 1 Descargador superior D-35.
- 1 Raqueta R-35.

- 1 Grapa de suspensión armada GSA.
- Carga de rotura del grillete de unión al apoyo 14.000 daN
- Carga de rotura de la grapa 10.000 daN
- Carga de rotura del resto de la cadena 13.500 daN

Cadena de amarre:

- 2 Grillete recto GN-16.
- 1 Anilla bola protección. AB-16P.
- 1 Rótula de protección R-16P.
- 1 Cola de compresión.
- 1 Descargador Superior D-35.
- 1 Raqueta inferior R-35.
- 1 Contrapeso para bucle de cable.
- 1 Grapa de compresión GA.
- Carga de rotura del grillete de unión al apoyo 14.000 daN
- Carga de rotura de la grapa 10.500 daN
- Carga de rotura del resto de la cadena 13.500 daN

En el documento de Planos se adjunta el detalle de las cadenas de herrajes para conductor.

13.2.1.5- Herrajes para cable de tierra

Las cadenas serán sencillas debiendo tenerse en cuenta los máximos esfuerzos soportables para cumplir los coeficientes de seguridad impuestos por el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta, estando constituidas por las siguientes piezas.

Cadena de suspensión OPGW 34F42Z:

- 1 Grillete recto GN-16.
- 1 Eslabón revirado ESR-16.
- 1 Grapa de conexión paralela GPC-11/28.
- 1 Conector de puesta a tierra GCPSAL-18/24.
- 1 Grapa de suspensión armada GSA.
- 1 Inserto goma neopreno.
- 1 Juego de varillas preformadas.
- Carga de rotura del grillete de unión al apoyo 14.000 daN
- Carga de rotura de la grapa 7.500 daN
- Carga de rotura del resto de la cadena 12.000 daN

Cadena de amarre bajante OPGW 34F42Z:

- 1 Grillete recto GN-16.

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

MEMORIA

- 1 Tirante TA-1/L.
 - 1 Horquilla guardacabos G-16.
 - 1 Empalme de protección.
 - 1 Retención preformada.
 - 1 Grapa conexión a tierra GCPSAL-18/24.
 - 1 Antivibradores Stockbridge AMG.
 - 1 Varillas de protección VPAW.
- Carga de rotura del grillete de unión al apoyo 14.000 daN
- Carga de rotura del resto de la cadena 12.000 daN

Cadena de amarre pasante OPGW 34F42Z:

- Grillete recto GN-16.
 - Tirante TA-1/L.
 - Horquilla guardacabos G-16.
 - Empalme de protección
 - Retención preformada.
 - Grapa conexión a tierra GCPSAL-18/24.
 - Antivibradores Stockbridge AMG.
 - Varillas de protección VPAW.
- Carga de rotura del grillete de unión al apoyo 14.000 daN
- Carga de rotura del resto de la cadena 12.000 daN

En el documento de Planos se adjunta el detalle de las cadenas de herrajes para cables de tierra.

13.2.5- EMPALMES PARA EL CONDUCTOR Y CABLE DE TIERRA

Los empalmes de los conductores entre si se efectuarán por el sistema de “manguito comprimido”, estando constituidos por:

- Tubo de aluminio de extrusión para la compresión del aluminio.
- Tubo de acero de extrusión para la compresión del acero.

Serán de un material prácticamente inoxidable y homogéneo con el material del conductor que unen, con objeto de evitar formación de un par eléctrico apreciable. La ejecución quedará hecha de modo que el empalme tenga una resistencia mecánica por lo menos igual al 95% de la del cable que une y una resistencia eléctrica igual a la de un trozo de cable sin empalme de la misma longitud. Cumplirán lo fijado en la norma UNE 21021.

Su ejecución se realizará mediante una máquina apropiada que dispondrá de los troqueles necesarios para que resulte, tras la compresión, una sección del empalme hexagonal con la medida entre-caras dada por el fabricante, lo cual servirá para garantizar que la unión ha quedado correctamente realizada.

13.2.6- ACCESORIOS

- Antivibradores:

ANTIVIBRADORES PARA EL CONDUCTOR

Sirven para proteger los conductores y el cable de tierra de los efectos perjudiciales que pueden producir los fenómenos de vibración eólica a causa de los vientos de componente transversal a la línea y velocidades comprendidas entre 1 y 10 m/s, con la consiguiente pérdida de conductividad y resistencia mecánica. Cumplirán la norma UNE-EN 61897.

En general y según recomienda el apartado 3.2.2 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D.223/2008), la tracción a temperatura de 15 °C no debe superar el 22% de la carga de rotura, si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos, o que bien no supere el 15% de la carga de rotura si no se instalan.

La flexión dinámica del conductor sujeto a la vibración puede producir roturas prematuras por fatiga de sus alambres con la consiguiente pérdida de conductividad y resistencia mecánica.

La intensidad de este fenómeno depende de las características del conductor, de su estado tensional y de las características del viento.

En este caso concreto, de acuerdo a los cálculos obtenidos, tenemos un EDS menor a 15% en todos los vanos de la línea, por tanto no sería necesario el montaje de antivibradores en ninguno de los puntos a lo largo del montaje eléctrico.

ANTIVIBRADORES PARA EL CABLE DE TIERRA

En el cable de tierra tampoco se sobrepasarán los valores anteriormente mencionados de EDS, pero en este caso, la compañía eléctrica obliga a la colocación de antivibradores en los vanos para mayor seguridad de la línea. De forma que se colocarán dos antivibrador por cada vano.

La distancia entre el antivibrador y las retenciones preformadas se verificará con el fabricante de antivibradores mediante los cálculos oportunos.

- Salvapájaros:

Se instalarán salvapájaros de tipo espiral sobre los conductores de fase y/o de tierra a lo largo de toda la línea. Estos dispositivos se instalarán con una cadencia de 10 metros, serán de un color vivo para mejorar su visibilidad, y con ellos se pretende reducir la mortalidad de aves en la línea por colisión.

- **Contrapesos:**

Se instalarán los contrapesos para bucles necesarios en los puentes flojos de los apoyos con cadena de amarre, dos contrapesos por puente y conductor de fase, con el objetivo de reducir la oscilación del bucle causada por el viento. El contrapeso, de hierro fundido, galvanizado y con un peso aproximado de 10 kg, no deberá dañar al conductor y estará protegido contra la corrosión.

En los apoyos de derivación se instalarán contrapesos para cadenas de suspensión en las cadenas especiales de las semicrucetas adicionales, con el objetivo de evitar el contacto entre los cables y el apoyo. El contrapeso, de hierro fundido, galvanizado y con un peso aproximado determinado por la compañía eléctrica, no deberá dañar al conductor y estará protegido contra la corrosión.

De acuerdo al estudio realizado en los vanos, no se producirán pérdidas de peso del gravivano, de modo que no se colocarán contrapesos para compensar y limitar desvíos de las cadenas.

14. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL

14.1- CIMENTACIONES PARA LOS APOYOS

La fijación de los apoyos al terreno, se realizarán mediante cimentaciones constituidas por dados de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de hormigón Estructural EHE 98.

Las cimentaciones de los distintos apoyos serán proyectadas de acuerdo con la naturaleza del terreno.

Con motivo de conocer la naturaleza del terreno hemos realizado un análisis geotécnico del mismo, de este modo determinaremos de forma adecuada la cimentación de cada uno de los apoyos de la línea en proyecto

Una vez realizado este análisis se ha obtenido un coeficiente de compresibilidad que presenta el terreno será de 12 kg/cm^3 , una resistencia a la compresión de $2,5 \text{ kg/cm}^2$ y un ángulo de arranque de tierras de 30° .

El coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no es inferior a:

- Hipótesis normales:1,5
- Hipótesis anormales:1,2

14.1.1- Cimentación tipo monobloque

Los apoyos empleados para esta cimentación serán de la serie OLMO, son del tipo monobloque prismático de sección cuadrada, el cálculo se realizará bajo las especificaciones que recoge el apartado 3.6 de la ITC-07 del Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, mediante el método mediante la fórmula de Sulzberger.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20cm, formando zócalos, con objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dichos zócalos terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia.

Sus dimensiones serán las facilitadas por el fabricante según el tipo de terreno, definido por el coeficiente de compresibilidad, que como hemos comentado anteriormente será $K = 12 \text{ kg/cm}^3$.

Las características dimensionales de las cimentaciones se acompañan en el Anexo I y en los planos adjuntos.

14.1.2- Cimentación tipo fraccionada (cuatro patas)

Los apoyos de las series ARCE y DRAGO serán los empleados en este segundo tipo de cimentación, serán del tipo “Pata de elefante”. Fraccionadas en cuatro bloques independientes y secciones circulares.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20cm, formando zócalos, con objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dichos zócalos terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia.

Sus dimensiones serán calculadas por el fabricante según el método del talud natural o ángulo de arrastre de tierras, el terreno ofrece una resistencia a la compresión de $2,5 \text{ kg/cm}^2$ y ángulo de arranque de las tierras de 30° . En el caso de tener otras características mecánicas, deberá procederse al recalcado de las zapatas.

Las características dimensionales de las cimentaciones se acompañan en el Anexo I y en los planos adjuntos.

14.2- PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión (R.D. 223/08).

LÍNEA DE TIERRA

Los apoyos estarán provistos de una puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse por descargas en el propio apoyo.

Se instalará procurando que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio.

Todas las conexiones de la Línea Principal de Tierra a las masas se efectuarán siempre mediante derivaciones sobre esta.

Los empalmes y conexiones aéreas que sea necesario ejecutar en ella se realizarán mediante compresión. Para unión con las derivaciones se utilizarán grapas apropiadas de apriete mecánico.

La unión con el Electrodo de Tierra se realizará mediante soldadura aluminotérmica.

ELECTRODO DE TIERRA

Se emplearán electrodos de tierra, que estará formado por una combinación en paralelo de conductor y picas enterradas.

El conductor será siempre desnudo, de cobre de $1 \times 50 \text{ mm}^2$ de sección, composición 1x7 de 3 mm de diámetro.

Las picas serán de acero con un recubrimiento de cobre de 300 micras de espesor, siendo su diámetro de 14 mm y su longitud de 2 metros.

Todas las conexiones o empalmes que sea necesario realizar en el mismo se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

RESISTIVIDAD DEL TERRENO

La resistividad del terreno, fundamental para el cálculo de la puesta a tierra, se determinará mediante medición con un telurómetro, utilizando el procedimiento "Wenner" de cuatro electrodos en línea separados la misma distancia "a".

De acuerdo a la ubicación de los apoyos del presente proyecto, teniendo en cuenta la clasificación de los apoyos según ubicación establecida por la instrucción, todos los apoyos serán clasificados como Apoyos No Frecuentados.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA: APOYOS NO FRECUENTADOS

En los apoyos metálicos de celosía el Electrodo de Tierra estará compuesto por 4 picas enterradas a una profundidad de 0,8 metros formando un cuadrado alrededor del macizo de hormigón de 5 metros de lado mediante conductor de cobre desnudo en la cimentación para los monobloque y en las cimentaciones de cuatro patas formarán un cuadrado de 7 metros de lado, uniéndose cada pica a cada una de las patas del apoyo mediante el mencionado conductor de cobre.

La Línea de Tierra se conexionará, mediante grapa bimetálica al montante del apoyo metálico, por encima de la peana de hormigón y por el interior del apoyo para los de celosía y en el dispositivo exterior preparado al efecto en los tubulares, la tornillería de dicha pieza será de acero inoxidable. El paso a través del macizo de hormigón de la cimentación del apoyo se realizará por el interior de un tubo flexible corrugado de PVC, cuyo grado de resistencia a la compresión e impacto será como mínimo de 2 y 2 respectivamente, según norma UNE EN 50086-1.

En el documento PLANOS se muestran los detalles de las tomas de tierra.

14.3- SEÑALIZACIÓN

Todos los apoyos irán provistos de una placa de señalización en la que se indicará: el número del apoyo (correlativos), tensión de la Línea (110kV), símbolo de peligro eléctrico y logotipo de la empresa distribuidora, este último a nivel opcional.

Las placas se instalarán a una altura del suelo de 3 m en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que puedan ser vistas fácilmente.

14.4- PROTECCIONES

La protección contra sobrecargas, sobretensiones y cortocircuitos no son objeto del presente proyecto y se dispondrán en las Subestaciones Transformadoras los oportunos elementos (interruptores automáticos, relés, etc.), los cuales corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte la Línea Aérea en proyecto.

15- SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LA OBRA

Durante las fases de ejecución del proyecto constructivo, del tendido, de la confección de conexiones, de los ensayos y de la puesta en servicio, la empresa distribuidora designará los técnicos competentes más adecuados a cada tarea con tal de garantizar la calidad de los trabajos y asegurar la calidad en la explotación futura de la línea objeto de este proyecto.

En este sentido, todos los trabajos se llevarán a cabo siguiendo los baremos de calidad habituales de la empresa distribuidora, y bajo la estrecha vigilancia de los técnicos referidos en el párrafo anterior.

16- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Este apartado contiene el resumen del presupuesto, del presente proyecto, mediante el cual se plantea una serie de capítulos en los que se tiene en cuenta todo lo necesario para la ejecución de la obra.

Capítulo

Capítulo 1 EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	1.503.495,61
Capítulo 1.1 RESUMEN DE APOYOS	1.172.675,83
Capítulo 1.2 CONDUCTORES Y CABLES	219.416,34
Capítulo 1.3 AISLADORES Y HERRAJES	75.402,28
Capítulo 1.4 PUESTA A TIERRA	13.203,94
Capítulo 1.5 ACCESORIOS Y PROTECCIONES	22.797,22
Capítulo 2 MONTAJE DEL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	773.735,41
Capítulo 2.1 RESUMEN DE APOYOS	112.971,98
Capítulo 2.2 CONDUCTORES Y CABLES	608.520,77
Capítulo 2.3 AISLADORES Y HERRAJES	40.166,48
Capítulo 2.4 PUESTA A TIERRA	9.399,70
Capítulo 2.5 ACCESORIOS Y PROTECCIONES	2.676,48
Capítulo 3 EJECUCIÓN DEL MATERIAL DE LA OBRA	253.379,05
Capítulo 4 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN	7.807,40
Capítulo 5 SERVICIOS TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS	78.368,58
Presupuesto de ejecución material	2.616.786,05
13% de gastos generales	340.182,19
6% de beneficio industrial	157.007,16
Suma	3.113.975,40
21% IVA	653.934,83
Presupuesto de ejecución por contrata	3.767.910,23

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de TRES MILLONES SETECIENTOS SESENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS DIEZ EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS.

17- CONCLUSIÓN

Para concluir el proyecto de la Línea Aérea de Alta Tensión 110 kV, Interconexiones Valle de Arán. Se aporta la documentación expuesta:

- DOC 1 MEMORIA
- DOC 2 PLIEGO DE CONDICIONES
- DOC 3 ESTUDIOS DE SEGURIDAD Y SALUD
- DOC 4 PRESUPUESTO
- DOC 5 PLANOS

De esta forma se pretende confeccionar la línea aérea en proyecto adecuándose a los requerimientos establecidos en el vigente Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Queda a disposición de los Organismos Competentes para cualquier aclaración, duda o modificación que se considere oportuna.

Zaragoza, a 13 de Abril del 2015

Fdo: Jorge Villacampa Puyal

18- BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Transporte de la energía eléctrica, José Luis Tora Galván, Editorial Univ Pontificia de comillas, 1997.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Líneas Eléctricas en Alta Tensión.
- Instituto Cartográfico y geológico de Cataluña, Generalitat de Catalunya.
- Criterios de diseño de líneas aéreas de Alta tensión. Grupo Endesa.
- Condiciones Técnicas y de Seguridad de las Instalaciones de Fecsa Endesa. Norma técnica particular Generalidades (NTP-GEN).
- Condiciones Técnicas y de Seguridad de las Instalaciones de Fecsa Endesa. Norma técnica particular (NTP-LAMT).
- UNESA, Asociación Española de la Industria Eléctrica.
- R.L.A.T.: Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Método de cálculo mecánico y tablas de tendido de los conductores de aluminio-acero, de tipo normal, para líneas de distribución.
- Instrucción técnica complementaria MIE-RAT 13: Instalación de puesta a tierra.
- Reglamento de Carreteras de Cataluña.

BIBLIOGRAFÍA WEB

- www.f2i2.net/Documentos/LSI/LAT/Guia_ITC-LAT_07_oct13.pdf ITC-LAT-07
- www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/legislacionNacionalGrupo. Legislación nacional- Líneas eléctricas Alta tensión.
- www.madettorres.com. Fabricante de apoyos metálicos y herrajes.
- www.sgdlagranja.es. Catálogos aisladores de vidrio.
- www.generalcable.es/Productos. Fabricante de conductores aéreos.
- www.cad-projects.org. Planos de herrajes para las cadenas
- www.icc.cat/vissir3
- www.carreteros.org/ccaa/legislacion/carreteras/cataluna/tr/articulos/articulo_38.
- www.endesadistribucion.es/es/instalaciones2/Documents/DOGC_4827-2007.pdf. Normas Técnicas Particulares.
- www.endesaonline.com
- www.blog.andelec.es. Blog del programa eléctrico Andelec.



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza**

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARAN, LERIDA

ANEXO I

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

AUTOR: Jorge Villacampa Puyal
DIRECTOR: Antonio Montañés Espinosa
ESPECIALIDAD: Electricidad
CONVOCATORIA: Abril 2015

ÍNDICE

1-	CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS	4
1.1-	CONSTANTES Y CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA	4
1.2-	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE	4
1.3-	POTENCIA A TRANSPORTAR	5
1.4-	RESISTENCIA ELÉCTRICA	5
1.5-	REACTANCIA MEDIA POR KILÓMETRO	6
1.6-	SUSCEPTANCIA POR KILÓMETRO	7
1.7-	PERDITANCIA	8
1.8-	IMPEDANCIA	8
1.9-	ADMITANCIA	8
1.10-	IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA	9
1.11-	ÁNGULO CARACTERÍSTICO	9
1.12-	POTENCIA CARACTERÍSTICA	9
1.13-	ECUACIÓN DE PROPAGACIÓN	9
1.14-	RESUMEN CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA	11
1.15-	EFFECTO CORONA	12
1.16-	CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR LÍMITE TÉRMICO	13
1.17-	CAÍDA DE TENSIÓN	13
1.18-	PÉRDIDA DE POTENCIA	14
1.19-	VALORES ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA EN FUNCIÓN DEL $\cos \phi$	14
2-	CÁLCULOS MECÁNICOS DE LOS CONDUCTORES	15
2.1-	CARACTERÍSTICAS MÉCANICAS DE LOS CONDUCTORES Y DEL CABLE DE TIERRA	15
2.2-	HIPÓTESIS DE CÁLCULO	15
2.2.1-	Cálculo del vano regulador	16
2.2.2-	Vano	17
2.2.3-	Gravivano	17
2.2.4-	Eolovano	18
2.2.5-	Vano de regulación	18
2.2.6-	Flechas	19
2.3-	ACCIONES A CONSIDERAR	20
2.3.1-	Acción del propio peso	20
2.3.2-	Acción del viento	20
2.3.3-	Acción del Hielo	21
2.3.4-	Acciones de la temperatura	22
2.3.5-	Acciones de la elasticidad	23
2.3.6-	Acciones sobre las cadenas	23
2.4-	TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES	25
2.4.1-	Conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280 Hawk)	26
2.4.2-	Cable de tierra OPGW 34F42Z	42
2.5-	TABLAS RESUMEN DE CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES	58
3-	CÁLCULO CADENAS DE AISLAMIENTO	62
3.1-	CÁLCULO ELÉCTRICO	62
3.2-	CÁLCULO MECÁNICO	62
3.3-	ELECCIÓN DEL TIPO Y NÚMERO DE AISLADORES	63
3.4-	COMPROBACIÓN DE LAS CADENAS ELEGIDAS	64

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA**ANEXO I**

4-	CÁLCULO DE LOS APOYOS	65
4.1-	ACCIONES A CONSIDERAR	65
4.2-	HIPÓTESIS DE CÁLCULO	66
4.3-	TABLAS DE CÁLCULO DE APOYOS	69
4.4-	CÁLCULO DE CIMENTACIONES	79
4.4.1-	<i>Cimentación tipo monobloque</i>	79
4.4.2-	<i>Cimentación tipo cuatro patas</i>	81
5-	CÁLCULO DE LAS PUESTAS A TIERRA DE LOS APOYOS	83
6-	DISTANCIAS DE SEGURIDAD	85
6.1-	DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO	85
6.2-	SEPARACIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES Y ACCESORIOS EN TENSIÓN A APOYOS	85
6.3-	SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES	89
6.4-	DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA	92
7-	DISTANCIA EN CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS	93
7.1-	LÍNEAS ELÉCTRICAS Y DE TELECOMUNICACIÓN	93
7.1.1-	<i>Cruzamientos</i>	93
7.1.2-	<i>Paralelismos entre líneas eléctricas</i>	94
7.1.3-	<i>Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación</i>	94
7.2-	CARRETERAS	95
7.2.1-	<i>Cruzamientos</i>	95
7.3-	FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES	95
7.3.1-	<i>Cruzamientos</i>	95
7.4-	DISTANCIAS A TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES	96
7.4.1-	<i>Cruzamientos</i>	96
7.5-	RIOS .Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES	96
7.5.1-	<i>Cruzamientos</i>	96
7.6-	PASO POR ZONAS	97
7.6.1-	<i>Bosques, árboles y masas de arbolado</i>	97
7.7-	EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS	97

1- CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS

1.1- CONSTANTES Y CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

Datos eléctricos de la instalación

- Tensión nominal: 110 kV
- Tensión más elevada: 123 kV
- Circuitos: Uno
- N° de Conductores/Fase: I (Simplex)
- Conductor Aéreo: 242-AL1/39-ST1A (LA-280)
- Frecuencia: 50 Hz
- Factor de potencia (desfavorable): $\cos \varphi = 0,9$
- Longitud: 15.301 m
- Potencia máxima admisible por circuito: 99,66 MW

Características del conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280 Hawk)

- Denominación: 242-AL1/39-ST1A (LA-280)
- Composición: 26 de 3,44 mm(Al) + 7 de 2,68 mm (Ac)
- Sección total: 281.1 mm²
- Diámetro total: 21,8 mm
- Intensidad máxima admisible: 582 A
- Resistencia eléctrica a 20°C: 0,1194 Ω /km
- Disposición conductores: Simple tresbolillo (Instalación 1 circuito)

1.2- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La densidad de corriente máxima admisible en régimen permanente, de acuerdo al artículo 4.2.1 de la ITC-LAT- 07 para una línea de corriente alterna y 50 Hz e frecuencia para conductores de Aluminio, se obtiene de la tabla 11 de dicha Instrucción.

Para cables de aluminio-acero, como en el caso del presente proyecto, se tomará el valor de la tabla de la densidad de corriente correspondiente a su sección total como si fuera de aluminio y su valor se multiplicará por un coeficiente de reducción que para el cable a utilizar, de composición 26+7, será de 0,937.

Al emplear una sección de cable que no se encuentra en dicha tabla, para obtener el valor de la densidad de corriente se interpolará entre dos valores externos e la tabla lo más ajustados posibles, que contengan la sección.

<u>Sección (mm²)</u>	<u>Densidad de corriente (A/mm²) Aluminio</u>
250	2,30
300	2,15

Por lo tanto, se interpola para la sección de cable empleada (281,1 mm²) y se obtiene:

$$\frac{2,15 - 2,30}{300 - 250} = \frac{\sigma - 2,30}{281,1 - 250}$$

$$\sigma = 2,207 \text{ A/mm}^2$$

A este valor obtenido se le aplica el factor de corrección, ya que es un cable de Aluminio-Acero, y se obtiene su valor mediante la siguiente expresión:

$$\sigma_c = \sigma \cdot f_c = 2,207 \cdot 0,937 = 2,068 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

De esta forma obtenemos la intensidad máxima admisible por el conductor mediante la expresión:

$$I_{m\acute{a}x} = \sigma_{m\acute{a}x} \cdot S$$

Al sustituir por los valores anteriores se obtiene:

$$I_{m\acute{a}x} = 2,068 \cdot 281,1 = 581,22 \text{ A}$$

1.3- POTENCIA A TRANSPORTAR

La potencia máxima por circuito que puede transportar viene dada por la intensidad anteriormente calculada.

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi}{1000} \text{ (MW)}$$

Por tanto, al sustituir los valores se obtiene:

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 581,22 \cdot 0,9}{1000} = 99,66 \text{ MW}$$

1.4- RESISTENCIA ELÉCTRICA

La resistencia eléctrica del conductor de la línea varía con la temperatura, a efectos de cálculo debe utilizarse el valor correspondiente a 75°C considerado como resultante de la temperatura ambiente más la que adquiere el conductor por el paso de la carga.

$$R_K = R_{20} \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (\theta - 20)] \left(\frac{\Omega}{km} \right)$$

Siendo:

- R_K = resistencia del conductor a 75°C por kilómetro. (Ω/km).
- R_{20} = resistencia del conductor a 20°C por kilómetro. (Ω/km).
- α_{20} = coef. de variación de la resistividad a 20°C en función de la T^a (°C).
- θ = temperatura de servicio (75°C).

Se conoce que a 20°C, la resistencia del conductor es de 0,1194 Ω/km y α para el aluminio es de 0,00407, de forma que se obtiene:

$$R_K = 0,1194 \cdot [1 + 0,00407 \cdot (\theta - 20)] = 0,1461 \frac{\Omega}{km}$$

Obteniendo un valor de resistencia eléctrica del conductor total de la línea:

$$R = 0,1461 \cdot 15,301 = 2,235 \Omega$$

1.5- REACTANCIA MEDIA POR KILÓMETRO

La reactancia kilométrica de la línea viene dada por la fórmula:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot M \left(\frac{\Omega}{km} \right)$$

Siendo M el coeficiente de inducción mutua:

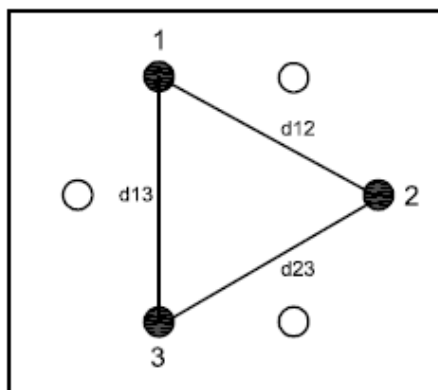
$$M = \left(K + 4,605 \cdot \log \left(\frac{2D}{d} \right) \right) \cdot 10^{-4} \left(\frac{H}{km} \right)$$

Siendo:

- X = reactancia ($\Omega.km$).
- f = frecuencia (Hz).
- D = separación media geométrica entre conductores (mm).
- d = diámetro del conductor (mm).
- K = constante que toma el valor de 0,5.

Separación media geométrica entre fases

- En la línea en estudio colocaremos armados de doble circuito, sin embargo solo emplearemos un circuito, esta medida la adoptamos para posibles ampliaciones futuras de la línea. El armado más empleado será el H40 de la serie ARCE. La disposición de los conductores será la siguiente:



$$D = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}} = \sqrt[3]{7,63 \cdot 7,63 \cdot 8} = 7,75 \text{ m}$$

Sustituyendo obtenemos los siguientes valores de reactancia:

$$X_K = 0,428 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$X = 0,428 \cdot 15,301 = 6,55 \Omega$$

1.6- SUSCEPTANCIA POR KILÓMETRO

El valor de la susceptancia por kilómetro de la línea se calcula mediante la fórmula:

$$B_K = C \cdot 2\pi \cdot f \left(\frac{S}{\text{km}} \right)$$

$$C = \frac{24,2}{\log\left(\frac{D}{r}\right)} \cdot 10^{-9} \left(\frac{\text{Faradios}}{\text{km}} \right)$$

Sustituyendo C (capacidad kilométrica) por la expresión y siendo la capacidad para un conductor cilíndrico:

$$C = \frac{24,2}{\log\frac{D}{r}} \cdot 10^{-9} \left(\frac{\text{Faradios}}{\text{km}} \right)$$

$$B = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \frac{24,2}{\log\frac{D}{r}} \cdot 10^{-9}$$

Siendo:

- B = susceptancia en Siemens/km.
- F = frecuencia de la red en Herzios.
- D = separación media geométrica entre conductores en mm.
- r = radio del conductor en mm.

Sustituyendo valores, obtenemos:

$$B_K = 2,665 \cdot 10^{-6} \frac{S}{km}$$

$$B = 2,848 \cdot 10^{-6} \cdot 15,301 = 40,79 \cdot 10^{-6} S$$

1.7- PERDITANCIA

La perditancia o conductancia kilométrica de la línea vendrá dada por los valores de las pérdidas por efecto corona y por las pérdidas en los aisladores:

$$G = [P_A + P_{EC}] \cdot \frac{10^{-3}}{V^2} \left(\frac{S}{km} \right)$$

Siendo:

- P_A = Pérdidas en los aisladores en kW/km.
- P_{EC} = Pérdidas por efecto corona en kW/km.
- V = Tensión de servicios por fase de la línea en kV.

Debido a que tanto las pérdidas por efecto corona como las pérdidas en los aisladores, considerando la longitud de la línea, resultan prácticamente despreciables, se considera que el valor de la conductancia es cero.

1.8- IMPEDANCIA

La impedancia kilométrica de la línea vendrá dada por la resistencia y la reactancia kilométrica, así como se muestra en formula siguiente:

$$\bar{Z}_K = R + j \cdot X \left(\frac{\Omega}{km} \right)$$

Sustituyendo obtenemos:

$$\bar{Z}_K = R_K + j \cdot X_K = 0,1461 + j \cdot 0,428 = 0,452 \angle 71,15^\circ \frac{\Omega}{km}$$

$$\bar{Z} = R + j \cdot X = 2,235 + j \cdot 6,550 = 6,92 \angle 71,15^\circ \Omega$$

1.9- ADMITANCIA

La admitancia kilométrica de la línea vendrá dada por los valores de conductancia y susceptancia kilométrica, mediante la ecuación:

$$\bar{Y} = G + j \cdot B \left(\frac{S}{km} \right)$$

Sustituyendo obtenemos:

$$\bar{Y} = G + j \cdot B = 0 + j \cdot 40,79 \cdot 10^{-6} = 40,79 \cdot 10^{-6} \angle 90^\circ \Omega$$

1.10- IMPEDANCIA CARACTERÍSTICA

La impedancia característica de la línea Z_c , se determina mediante la siguiente expresión:

$$\bar{Z}_c = \sqrt{\frac{\bar{Z}}{\bar{Y}}} = \sqrt{\frac{6,92 \angle 71,15^\circ}{40,79 \cdot 10^{-6} \angle 90^\circ}} = 411,88 \angle -9,42^\circ \Omega$$

1.11- ÁNGULO CARACTERÍSTICO

En una línea cerrada sobre su Z_c en el final de la misma, la tensión y la intensidad decrecen desde el origen hasta el final siguiendo una ley exponencial ligada a su ángulo característico θ , que es quien determina el valor y la fase de tensión e intensidad:

$$\bar{\theta} = \sqrt{\bar{Z} \cdot \bar{Y}} = \sqrt{6,92 \angle 71,15^\circ \cdot 40,79 \cdot 10^{-6} \angle 90^\circ} = 16,80 \cdot 10^{-3} \angle 80,57^\circ$$

1.12- POTENCIA CARACTERÍSTICA

La potencia característica de la línea P_c (o potencia natural), se determina de la siguiente forma:

$$P_c = \frac{U^2}{Z_c} = \frac{110.000^2}{411,88} = 29,37 \text{ MW}$$

La potencia característica de la línea es la potencia correspondiente a la impedancia equivalente Z_c . La potencia característica no depende de la longitud de la línea, sino que es función del cuadrado de la tensión de transporte y como en esta situación, el valor de la capacidad contrarresta el valor de la autoinducción, en situación de potencia característica, la línea estaría funcionando en condiciones óptimas de trabajo ya que a lo largo de toda la línea se cumpliría que:

$$\cos \varphi_1 = \cos \varphi_2 = \cos \varphi$$

1.13- ECUACIÓN DE PROPAGACIÓN

Las ecuaciones de propagación para la línea en función de las constantes del cuadripolo equivalente son:

$$\bar{V}_1 = \bar{A} \cdot \bar{V}_2 + \bar{B} \cdot \bar{I}_2$$

$$\bar{I}_1 = \bar{C} \cdot \bar{V}_2 + \bar{D} \cdot \bar{I}_2$$

Las constantes auxiliares de la línea considerando únicamente los dos primeros términos del desarrollo en serie de las funciones hiperbólicas son:

$$\bar{A} = 1 + \frac{\bar{Z} \cdot \bar{Y}}{2} = \bar{D}$$

$$\bar{B} = \bar{Z} \cdot \left(1 + \frac{\bar{Z} \cdot \bar{Y}}{6} \right)$$

$$\bar{C} = \bar{Y} \cdot \left(1 + \frac{\bar{Z} \cdot \bar{Y}}{6} \right)$$

Las constantes son:

$$\bar{A} = \bar{D} = 1 + \left(\frac{6,92 \angle 71,15^\circ \cdot 40,79 \cdot 10^{-6} \angle 90^\circ}{2} \right) = 0,9998 + j \cdot 4,56 \cdot 10^{-5}$$

$$\bar{B} = 6,92 \angle 71,15^\circ \cdot \left(1 + \frac{6,92 \angle 71,15^\circ \cdot 40,79 \cdot 10^{-6} \angle 90^\circ}{6} \right) = 2,235 + j \cdot 6,548$$

$$\bar{C} = 40,79 \cdot 10^{-6} \angle 90^\circ \cdot \left(1 + \frac{6,92 \angle 71,15^\circ \cdot 40,79 \cdot 10^{-6} \angle 90^\circ}{6} \right) = -62,00 \cdot 10^{-9} + j \cdot 4,078 \cdot 10^{-5}$$

Tomando como referencia para el eje real la tensión nominal en las subestaciones receptoras, constante e igual a 110000 V para ambas líneas, la tensión simple será:

$$V_2 = \frac{110.000}{\sqrt{3}} = 63.508,53 \text{ V} \quad \bar{V}_2 = 63.508,53 \angle 0^\circ \text{ V}$$

Como carga en la subestación receptora se tomará una potencia de 99,66 MW por circuito, con un $\cos \varphi = 0,9$, que supone una intensidad en el extremo receptor para cada línea de:

$$I_2 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_2 \cdot \cos \varphi} = \frac{99.660}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 0,9} = 581,20 \text{ A} \quad \bar{I}_2 = 581,20 \angle -25,84^\circ$$

La tensión al principio de la línea será, de acuerdo a las ecuaciones de propagación:

$$\bar{V}_1 = \bar{A} \cdot \bar{V}_2 + \bar{B} \cdot \bar{I}_2 = 66.323,68 + j \cdot 2.861,91 = 66.385,40 \angle 2,47^\circ \text{ V}$$

lo que da una caída de tensión para cada línea de:

$$\Delta V\% = \frac{|V_1| - |V_2|}{|V_1|} \cdot 100 = \frac{66.385,40 - 63.508,53}{66.385,40} \cdot 100 = 4,33\%$$

1.14- RESUMEN CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA

- Resistencia eléctrica a 20°C: 2,235 Ω
- Reactancia de autoinducción: 6,550 Ω
- Susceptancia: $40,79 \cdot 10^{-6}$ S
- Perditancia: 0 S
- Impedancia:
 - Módulo: 6,92 Ω
 - Argumento: $71,15^\circ$
- Admitancia:
 - Módulo: $40,79 \cdot 10^{-6}$ S
 - Argumento: 90°
- Impedancia característica:
 - Módulo: 411,88 Ω
 - Argumento: $-9,42^\circ$
- Ángulo característico:
 - Módulo: $16,80 \cdot 10^{-3}$
 - Argumento: $80,57^\circ$
- Potencia característica: 29,37 MW

Constantes auxiliares

- A:
 - Módulo: 0,9998
 - Argumento: $2,61 \cdot 10^{-3}$
- B:
 - Módulo: 6,92
 - Argumento: $71,15^\circ$
- C:
 - Módulo: $4,078 \cdot 10^{-5}$
 - Argumento: 90°
- D = A

Resistencia eléctrica a 25°C (Ω)		2,235
Reactancia de autoinducción (Ω)		6,55
Susceptancia (S)		40,79·10-6
Perditanza (S)		0
MAGNITUDES COMPLEJAS		
Impedancia (Ω)	2,235 + j·6,550	6,92 ∠ 71,15°
Admitancia (S)	0 + j·40,79·10 ⁻⁶	40,79·10 ⁻⁶ ∠ 90°
Impedancia característica (Ω)	406,32 - j·67,41	411,88 ∠ -9,42°
Ángulo característico	2,75·10 ⁻³ + j·0,016	16,80·10 ⁻³ ∠ 80,57°
CONSTANTES AUXILIARES		
A=D	0,9998 + j·4,56·10 ⁻⁵	0,9998 ∠ 2,61 ·10 ⁻³
B	2,235 + j·6,548	6,92 ∠ 71,15°
C	- 62,00·10 ⁻⁹ + j·4,078·10 ⁻⁵	4,078·10 ⁻⁵ ∠ 90°

Tabla 1.14. Características Eléctricas de la línea

1.15- EFECTO CORONA

El efecto corona se produce cuando el conductor adquiere un potencial lo suficientemente elevado como para dar un gradiente de campo eléctrico radial igual o superior a la rigidez dieléctrica del aire. Será interesante por lo tanto comprobar si en algún punto de la línea se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva. Para ello utilizaremos la fórmula de Peek:

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot \delta \cdot m_T \cdot r \cdot \ln \frac{D}{r}$$

Siendo:

- U_c = tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, es decir, tensión crítica disruptiva.
- V_c = tensión simple correspondiente.
- 29,8 = valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25°C de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio.
- m_c = coeficiente de rugosidad del conductor (consideramos 0,85 para cables).
- m_T = coeficiente meteorológico.
- r = radio del conductor en cm.
- D = distancia media geométrica entre fases en cm.
- δ = factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar.

El valor de δ se calculará por:

$$\delta = \frac{3,921 \cdot h}{273 + \theta}$$

- h = presión barométrica en cm de columna de mercurio.
- θ = temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud de punto que se considere.

Teniendo en cuenta que la altura media es de $y = 800$ m sobre el nivel del mar hallaremos la presión barométrica correspondiente mediante la fórmula de Halley:

$$\log(h) = \log 76 - \frac{y}{18.336} \rightarrow h = 68,736 \text{ cm}$$

Suponiendo una temperatura media de $9,2^\circ \text{C}$, obtendremos $\delta = 0,9551$.

$$\delta = \frac{3,921 \cdot 68,736}{273 + 10} = 0,9551$$

De esta forma podemos ya calcular el valor de la tensión crítica disruptiva.

Si considerásemos tiempo seco ($m_T=1$):

$$U_C = V_C \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot \frac{3,921 \cdot 68,736}{273 + 9,2} \cdot 1 \cdot 1,09 \cdot \ln \frac{775}{1,09} = 212,08 \text{ kV}$$

$$U_C = 212,08 \text{ kV} > 123 \text{ kV}$$

Al ser el valor de la tensión crítica disruptiva mayor que la tensión compuesta más elevada, definida según el apartado 4.3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, no tendríamos efecto corona en las líneas para el caso de tiempo seco.

Si considerásemos tiempo húmedo ($m_T=0,8$):

$$U_{C,1} = V_C \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot \frac{3,921 \cdot 68,736}{273 + 9,2} \cdot 0,8 \cdot 1,09 \cdot \ln \frac{775}{1,09} = 169,66 \text{ kV}$$

$$U_{C,1} = 169,66 \text{ kV} > 123 \text{ kV}$$

Al ser el valor de la tensión crítica disruptiva mayor que la tensión compuesta más elevada, definida según el apartado 4.3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, tampoco tendríamos efecto corona en las líneas para el caso de tiempo húmedo.

1.16- CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR LÍMITE TÉRMICO

La capacidad de transporte total de la línea, atendiendo a su intensidad será:

$$P_{\text{circuito}} = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}{1000} = \frac{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 581,22 \cdot 0,9}{1000} = 99,66 \text{ MW}$$

1.17- CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por resistencia y reactancia de las líneas (despreciando la influencia capacitiva), viene dada por la expresión:

$$e\% = \frac{100 \cdot (R_K + X_K \cdot \tan \varphi) \cdot P \cdot L}{U^2}$$

$$e_1\% = \frac{100 \cdot (0,1460 + 0,428 \cdot 0,4843) \cdot 99,66 \cdot 15,301}{110^2} = 4,45\%$$

y en el valor absoluto:

$$e_1 = \frac{4,45 \cdot 110.000}{100} = 4.895 \text{ V}$$

1.18- PÉRDIDA DE POTENCIA

La pérdida de potencia porcentual viene dada por la expresión:

$$P\% = \frac{100 \cdot R \cdot P}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \cdot L$$

$$P\% = \frac{100 \cdot 0,1460 \cdot 99,66}{110^2 \cdot 0,9^2} \cdot 15,301 = 2,27 \%$$

y en el valor absoluto:

$$p = \frac{1,86 \cdot 99,66}{100} = 2,26 \text{ MW}$$

Como podemos observar, los cálculos reflejan una pérdida de potencia inferior al 3% por cada 100 km.

De los cálculos expuestos se deduce que el conductor elegido (LA -280), es válido para las necesidades de la instalación, cumpliendo con todas las condiciones exigidas tanto en lo que concierne a caídas de tensión, capacidad de transporte y pérdidas de potencia.

1.19- VALORES ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA EN FUNCIÓN DEL COS φ

COS φ	POT.MÁX (MW)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	PÉRDIDA DE POTENCIA (%)
1	110,74	2,04	2,04
0,95	105,20	3,81	2,15
0,9	99,66	4,45	2,27
0,85	94,13	4,89	2,41
0,8	88,59	5,23	2,56

Tabla 1.19. Valores en función del Cos φ

2- CÁLCULOS MECÁNICOS DE LOS CONDUCTORES

2.1- CARACTERÍSTICAS MÉCÁNICAS DE LOS CONDUCTORES Y DEL CABLE DE TIERRA

Datos de cálculo conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280 Hawk)

- Denominación: 242-AL1/39-ST1A
- Sección: 281,1 mm²
- Diámetro: 21,8 mm
- Peso propio: 0,956 daN /m
- Sobrecarga de viento (120 km/h): 1,08 daN /m
- Sobrecarga de hielo (Zona B): 0,840 daN /m
- Carga de rotura: 8.450 daN
- Módulo de elasticidad: 7.546 daN /mm²
- Coeficiente de dilatación lineal: 18,9x10⁻⁶ °C⁻¹
- Tense máximo (-15°C + H): 2000 daN

Datos de cálculo cable de tierra OPGW 34F42Z

- Denominación: OPGW 34F42Z
- Sección: 78,9 mm²
- Diámetro: 13,9 mm
- Peso propio: 0,417 daN /m
- Sobrecarga de viento (120 km/h): 0,803 daN /m
- Sobrecarga de hielo (Zona B): 0,646 daN /m
- Carga de rotura: 5.396 daN
- Módulo de elasticidad: 11.650 daN /mm²
- Coeficiente de dilatación lineal: 17,6x10⁻⁶ °C⁻¹
- Tense máximo Zona B: 1200 daN

2.2- HIPÓTESIS DE CÁLCULO

La hipótesis de sobrecarga para el cálculo de las tensiones y flechas del conductor, serán las definidas por el Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión en su apartado 3.5.3 de la ITC 07, para zona B.

Para el cálculo de las tensiones y flechas reglamentarias utilizaremos la ecuación de cambio de condiciones.

Ecuación de cambio de condiciones:

$$T_2^2(T_2 + A) \cdot B$$

$$A = \alpha \cdot E \cdot S \cdot (\theta_2 - \theta_1) - T_1 + \frac{a^2 \cdot w_1^2 \cdot E \cdot S}{24 \cdot T_1^2}$$

$$B = \frac{a^2 \cdot w_2^2 \cdot E \cdot S}{24}$$

Siendo:

- E = módulo de elasticidad del conductor en daN /mm².
- S = sección del conductor en mm².
- α = coeficiente de dilatación lineal del conductor en °C⁻¹.
- a = vano en m.
- T₁, T₂ = tenses en kg. en los estados 1 y 2.
- w₁, w₂ = sobrecarga del conductor en los estados 1 y 2 en daN /m.
- θ₁, θ₂ = temperaturas del conductor en los estados 1 y 2 en °C.

Para condiciones de viento o de hielo será necesario tener en cuenta, para la resolución de la ecuación de cambio de condiciones, la velocidad del viento V, el coeficiente C para el cálculo de manguito de hielo, y el diámetro del conductor.

Así se calcula el valor de T₂ dados unos valores de T₁, w₁, θ₁, w₂, θ₂. Conocido el valor de T₂, se calcula la flecha correspondiente con la ecuación siguiente:

$$f = \frac{w_2 \cdot a^2}{8 \cdot T_2}$$

Siendo:

- f = flecha del vano en m.
- a = vano en m.
- w₂ = peso aparente del conductor en el estado 2 en daN /m.
- T₂ = tense del conductor en kg. en el estado 2.

En la siguiente tabla se muestran los coeficientes de seguridad para la situación más desfavorable de los conductores, los cuales se han impuesto para el cálculo de las tablas de flechas y tenses:

CONDUCTOR	HIPÓTESIS DE CÁLCULO	TRACCIÓN MÁXIMA (daN)	CARGA DE ROTURA (daN)	COEFICIENTE SEGURIDAD
242-AL1/39-ST1A	-15°C + H (120 km/h)	2000	8450	4,22
OPGW 34F42Z	-15°C + H (120 km/h)	1200	5396	4,49

Tabla 2.2. Coeficientes de seguridad de los conductores empleados

2.2.1- Cálculo del vano regulador

El vano de cálculo o regulación se determinará para cada serie de vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre, y vendrá dado por la expresión:

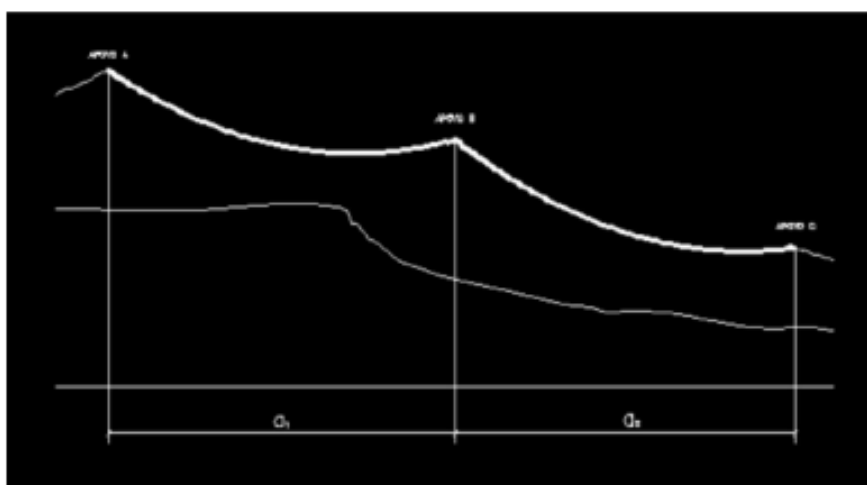
$$Vano_{regulación} = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}}$$

De los diferentes vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre y en cada estado, la tracción horizontal es constante, de modo que se determinarán sus flechas de regulación de un vano concreto en una serie de vano regulador a partir de la expresión:

$$FLECHA_{VANO\ REGULADOR} = Flecha_{VANO\ CALCULO} \cdot \left(\frac{Vano_{A\ REGULAR}}{Vano_{CALCULO}} \right)^2$$

2.2.2- Vano

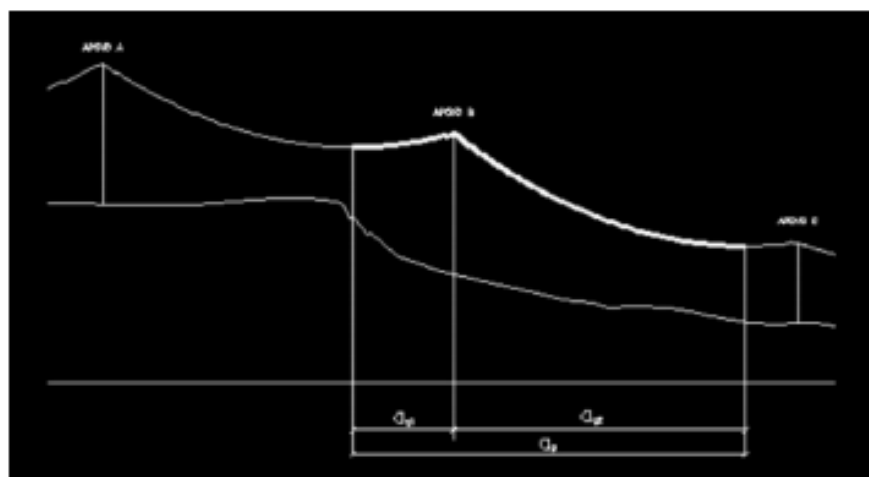
Según el reglamento de líneas de alta tensión, se define como vano como la distancia entre 2 apoyos consecutivos en una línea eléctrica.



2.2.3- Gravivano

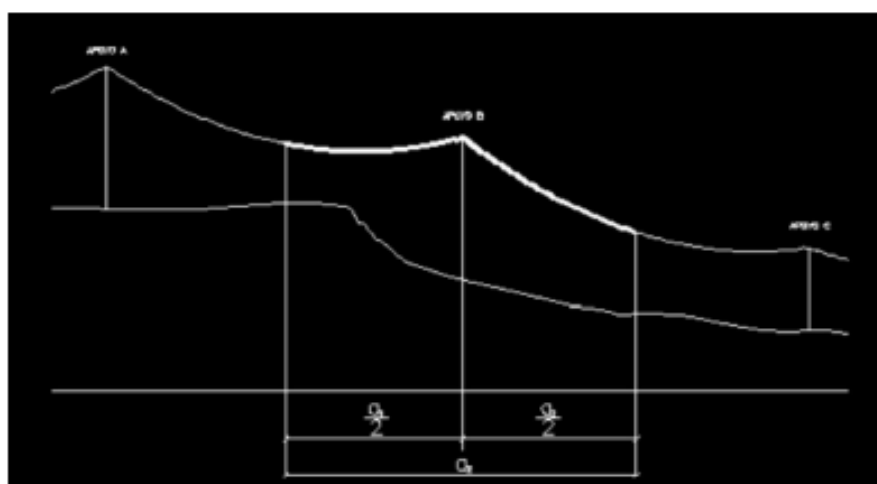
El gravivano de un apoyo es la longitud de vano que determina la acción del propio peso que los cables transmiten al mismo. Se expresa dicha longitud por la distancia horizontal entre los vértices de las catenarias de los vanos contiguos al apoyo que se considere:

$$a_g = a_{g1} + a_{g2}$$



2.2.4- Eolovano

El eolovano de un apoyo es la longitud de vano horizontal que hay que considerar para determinar el esfuerzo que, debido a la acción del viento sobre los cables, transmiten éstos al apoyo:



$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2}$$

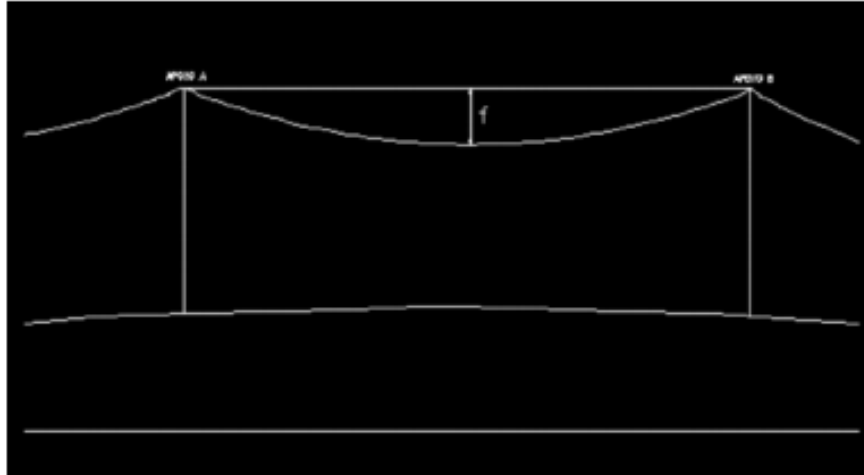
2.2.5- Vano de regulación

El vano de cálculo o de regulación se determinará para cada serie de vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre, y vendrá por la expresión:

$$\text{Vano de regulación} = a_r = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}}$$

2.2.6- Flechas

Se denomina flecha a la distancia del punto más bajo de la catenaria con respecto a la recta que une los extremos de los apoyos que conforman un vano:



La flecha de un vano, se puede calcular con la siguiente expresión:

$$f = \frac{P \cdot a^2}{8 \cdot T}$$

Siendo:

- f = flecha en m.
- P = peso del cable (daN/m).
- a = longitud del vano en m.
- T = tensión del cable (daN).

Aunque, a simple vista, al observar un vano de una línea aérea pueda parecer que la longitud de cable es considerablemente mayor que la longitud horizontal entre los apoyos que forman el vano observando, ésta no lo es, y se puede comprobar fácilmente con la siguiente expresión:

$$L = a + \frac{8 \cdot f^2}{3 \cdot a}$$

Siendo:

- L = longitud del cable en m.
- f = flecha en m.
- a = longitud del vano en m.

Probablemente, el documento más importante durante la ejecución de una línea eléctrica aérea, sean las tablas de tendido, donde figuran las longitudes de las flechas para los vanos de cálculo según la temperatura y la longitud del vano de tendido. Estas tablas se adjuntan más adelante.

$$FLECHA_{VANO A REGULAR} = Flecha_{VANO CALCULADO} \cdot \left(\frac{Vano_{A REGULAR}}{Vano_{CALCULO}} \right)^2$$


2.3- ACCIONES A CONSIDERAR

Para realizar el cálculo mecánico de un conductor es fundamental conocer cuáles son las fuerzas que actúan sobre el mismo:

2.3.1- Acción del propio peso

El cable tendido entre dos apoyos forma una curva llamada catenaria, de difícil cálculo, que se puede aproximar bastante bien por una parábola para vanos de hasta 500 m.

Si relacionamos las ecuaciones de la flecha y la longitud del cable en un vano, se observa fácilmente la acción del peso del cable sobre el mismo:



$$f = \frac{P \cdot a^2}{8 \cdot T}$$

$$L = a + \frac{8 \cdot f^2}{3 \cdot a}$$

$$\Rightarrow L = a + \frac{P^2 \cdot a^3}{24 \cdot T^2}$$

Siendo:

- L = longitud del cable en m.
- P = peso del cable en kg/m.
- f = flecha en m.
- a = longitud del vano en m.
- T = tensión del cable en daN.

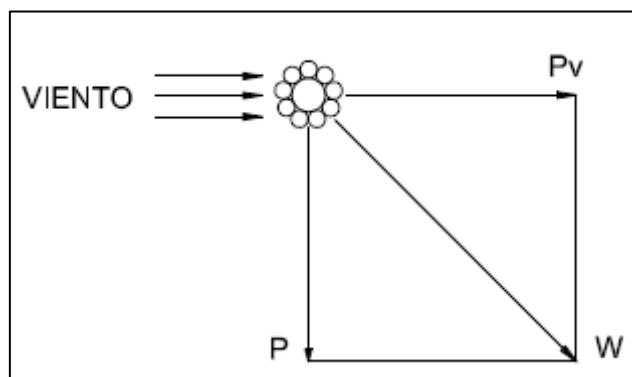
2.3.2- Acción del viento

Un cable aéreo tendido entre dos apoyos, se ve expuesto a la acción del viento que incide sobre él. Esta acción es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad del viento y a la superficie expuesta.

En la siguiente imagen se puede ver la acción horizontal del viento (Pv [daN/m]) sobre el cable, combinada con la acción vertical del peso (P [daN/m]), que genera como resultante el peso aparente del cable (W [daN m]):

$$w = \sqrt{p^2 + p_v^2}$$

$$p_v = P \cdot d$$



Siendo:

- W = peso aparente del cable en daN/m.
- P = peso del cable en daN.
- p_v = acción horizontal del viento en daN.
- P = presión del viento en daN/m².
- d = diámetro del cable en m.

Para determinar la presión del viento en función de la velocidad existen diversos métodos, siendo el empleado aquí el siguiente:

$$P = K \cdot V^2 \cdot S$$

Siendo:

- K = constante función de la forma geométrica (0,007).
- P = presión del viento en daN.
- v = velocidad del viento en km/h.
- S = superficie normal al viento en m².

Para superficies expuestas al viento, con forma aerodinámica (como un cable conductor), hay que aplicar unos factores de corrección en función del diámetro de la misma:

$$D \leq 16mm \Rightarrow K = 0,007 \cdot 0,6 = 0,0042$$

$$D \geq 16mm \Rightarrow K = 0,007 \cdot 0,5 = 0,0035$$

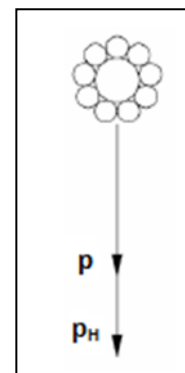
2.3.3- Acción del Hielo

El hielo que puede formarse alrededor del conductor hace aumentar considerablemente el peso del mismo, por lo que se eleva la tensión, pudiendo llegar a producirse la rotura del cable. Según el artículo 3.1.3 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, se consideran diversos manguitos de hielo dependiendo de la zona en la que esté instalada la línea.

En la siguiente tabla se pueden ver las sobrecargas a tener en cuenta que indica la instrucción, junto con un dibujo donde se observan las fuerzas que se dan en la sobrecarga de Hielo.

Zona	Sobrecarga p_H
A	No se considera sobrecarga
B	$p_H = 0,18 \cdot V_d$
C	$p_H = 0,36 \cdot V_d$

Tabla 2.3.3. Sobrecargas debidas al hielo



Para calcular la sobrecarga debida al peso y al hielo, basta con realizar la suma de ambos de la siguiente manera:

$$w_H = p + p_H$$

Siendo:

p_H es el peso del hielo [daN/m].

d es el diámetro del conductor o cable de tierra [mm]..

w_H es la carga del peso más el hielo [daN/m].

2.3.4- Acciones de la temperatura

Debido a los cambios de temperatura, el conductor se dilata o se contrae. Esto origina variaciones en la tensión y en la flecha, que aunque no son muy importantes en vanos de pequeña longitud, deberemos tenerlas en cuenta en el cálculo mecánico.

Como la dilatación es lineal responde a la fórmula:

$$L = L_0 \cdot (1 - \alpha \cdot \theta)$$

Siendo:

- L = longitud a la temperatura de estudio en m.
- L_0 = longitud del cable a 0°C en m.
- p_v = acción horizontal del viento en daN.
- α = coeficiente de dilatación lineal en $^\circ\text{C}^{-1}$.
- θ = temperatura considerada en $^\circ\text{C}$.

Para hallar la variación de la longitud entre dos temperaturas diferentes θ_1 y θ_2 deberemos aplicar la siguiente fórmula:

$$L_1 - L_2 = L_0 \cdot (1 - \alpha \cdot \theta_1) - L_0 \cdot (1 - \alpha \cdot \theta_2) = L_0 \cdot \alpha (\theta_1 - \theta_2)$$

2.3.5- Acciones de la elasticidad

Cuando un conductor está sometido a una determinada tensión, se produce un alargamiento de su longitud que responde a la ley de Hooke.

$$L = L_0 \cdot \left(1 + \frac{T}{ES}\right)$$

Siendo:

L es la longitud a la temperatura de estudio [m].

L_0 es la longitud del cable a 0°C [m].

T es la tensión del cable [kg].

E es el módulo de elasticidad de cable [daN/mm²] ó [kg/mm²].

S es la superficie normal al viento [m²].

Para hallar la variación de la longitud entre dos tensiones T_1 y T_2 .

$$L_1 - L_2 = L_0 \cdot \left(1 + \frac{T_1}{ES}\right) - L_0 \cdot \left(1 + \frac{T_2}{ES}\right) = L_0 \cdot \left(\frac{T_1 - T_2}{ES}\right)$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las acciones sobre los conductores en las diferentes hipótesis:

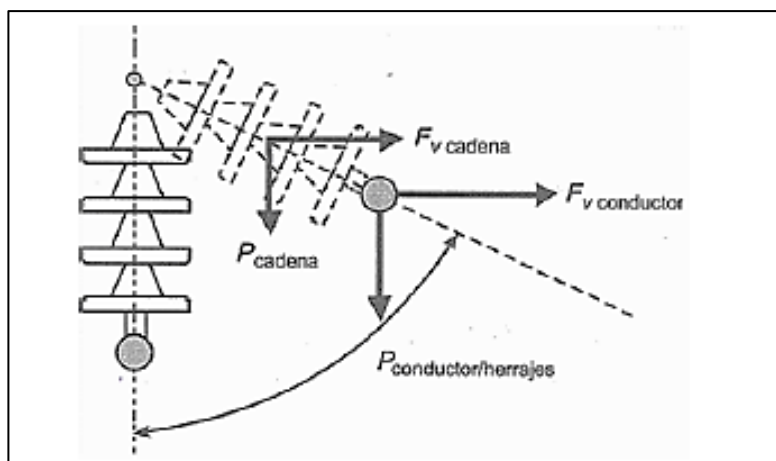
Tipo de cable	CARGA PERMANENTE, PESO PROPIO (daN/m)	SOBRECARGA DEL VIENTO 120 km/h (daN/m)	SOBRECARGA DEL HIELO (daN/m)
LA-280	0,956	1,080	0,840
OPGW	0,417	0,803	0,646

Tabla 2.3.5. Acciones para los conductores según hipótesis

2.3.6- Acciones sobre las cadenas

La fuerza del viento sobre las cadenas de aisladores hay que tenerla en cuenta para:

- Calcular los esfuerzos que transmiten las cadenas sobre el apoyo, como consecuencia del viento.
- Calcular la distancia existente entre los conductores y partes puestas de tierra, ya que es necesario determinar el ángulo de desviación de la cadena de aisladores. Para ello es necesario establecer las ecuaciones correspondientes al equilibrio de la cadena de aisladores teniendo en cuenta las fuerzas que intervienen en dicho equilibrio:
 - $F_{v \text{ Cadena}}$ → fuerza del viento sobre la cadena.
 - $F_{v \text{ Conductor}}$ → fuerza del viento sobre el conductor.
 - P_{Cadena} → Peso de la cadena.
 - $P_{\text{Conductor/herrajes}}$ → Peso del conductor y herrajes.



La expresión de la fuerza del viento sobre cada cadena de aisladores es:

$$F_c = q \cdot A_i \text{ [daN]}$$

Siendo:

A_i es el área de la cadena de aisladores proyectada horizontalmente en un plano vertical paralelo al eje de la cadena de aisladores [m^2]

q es la presión del viento, cuyo valor es:

$$q = 70 \cdot \left(\frac{V_V}{120} \right)^2 \left[\frac{\text{daN}}{m^2} \right]$$

2.4- TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

Para el cable LA-280:

La carga de rotura del conductor es de 8.450 daN y la tracción máxima de 2.000 daN que corresponde a la hipótesis de -15 °C + Hielo. Por lo tanto la relación:

$$\frac{\text{Carga de rotura}}{\text{Tracción máxima}} = \frac{8.450}{2.000} = 4,22 > 3$$

está de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.2.1 de la ITC-LAT 07.

Para el cable OPGW:

La carga de rotura del cable de tierra es de 5.396 daN y la tracción máxima de 1.200 daN máxima que corresponde a la hipótesis de -15 °C + Hielo. Por lo tanto la relación:

$$\frac{\text{Carga de rotura}}{\text{Tracción máxima}} = \frac{5.396}{1.200} = 4,50 > 3$$

está de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.2.1 de la ITC-LAT 07.

A continuación se presentan las tablas del cálculo mecánico de conductores para los diferentes tipos de cable y que resultan de aplicar la ecuación de cambio de condiciones, para cada una de las hipótesis de cálculo anteriores. Las flechas de regulación de los vanos pertenecientes a cada una de las zonas de cálculo se determinarán a partir de la expresión indicada en el apartado anterior.

2.4.1- Conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280 Hawk)

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos			
ENTRE APOYOS N° 1 y N° 3			
Zona: B Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)			
Sección, mm ²	281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:	21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:	0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:	1,450	Parámetros (m) Máximo:	928
Peso + hielo, daN/m:	1,796	Mínimo:	1269
Hipótesis		Tensión (daN)	Flecha (m)
Tensión máxima	-15°C hielo	2000	5,38
	-10°C viento	1650	4,15
Flecha	Máxima	50°C	887
		15°C viento	1474
		0°C hielo	1874
	Mínima	-15°C	1213
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1321
Sin Sobrecargas	45°C		904
	40°C		922
	35°C		941
	30°C		961
	25°C		983
	20°C		1005
	15°C (EDS)		1029
	10°C		1055
	5°C		1082
	0°C		1112
	-5°C		1143
	-10°C		1177

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 3 y N° 4				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	606
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1773
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	0,79
		-10°C viento	1732	0,74
Flecha	Máxima	50°C	579	1,46
		15°C viento	1200	1,07
		0°C hielo	1641	0,97
	Mínima	-15°C	1695	0,50
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1593
Sin Sobrecargas		45°C	611	1,38
		40°C	647	1,30
		35°C	688	1,23
		30°C	737	1,14
		25°C	793	1,06
		20°C	860	0,98
		15°C (EDS)	938	0,90
		10°C	1029	0,82
		5°C	1135	0,74
		0°C	1255	0,67
		-5°C	1389	0,61
		-10°C	1538	0,55

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 4 y N° 5				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	1064
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1144
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	26,73
		-10°C viento	1622	26,61
Flecha	Máxima	50°C	1017	28,14
		15°C viento	1578	27,48
		0°C hielo	1967	27,32
	Mínima	-15°C	1094	26,01
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1246	23,75
Sin Sobrecargas		45°C	1022	27,85
		40°C	1028	27,68
		35°C	1033	27,55
		30°C	1039	27,39
		25°C	1045	27,23
		20°C	1050	27,10
		15°C (EDS)	1056	26,95
		10°C	1062	26,80
		5°C	1069	26,62
		0°C	1075	26,47
		-5°C	1081	26,33
		-10°C	1088	26,16

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 5 y N° 6				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	915
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1327
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo		4,90
		-10°C viento		4,79
Flecha	Máxima	50°C		5,98
		15°C viento		5,41
		0°C hielo		5,26
	Mínima	-15°C		4,12
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	
Sin Sobrecargas	45°C		893	5,86
	40°C		912	5,74
	35°C		932	5,61
	30°C		954	5,48
	25°C		977	5,35
	20°C		1001	5,23
	15°C (EDS)		1027	5,09
	10°C		1054	4,96
	5°C		1084	4,83
	0°C		1116	4,69
	-5°C		1150	4,55
	-10°C		1189	4,40

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 6 y N° 15				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	1018
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1181
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	12,67
		-10°C viento	1631	12,55
Flecha	Máxima	50°C	973	13,89
		15°C viento	1544	13,25
		0°C hielo	1936	13,09
		-15°C	1129	11,97
	Mínima	-15°C	1129	11,97
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1268	10,75
Sin Sobrecargas		45°C	983	13,75
		40°C	993	13,61
		35°C	1003	13,48
		30°C	1014	13,33
		25°C	1025	13,19
		20°C	1036	13,05
		15°C (EDS)	1048	12,90
		10°C	1060	12,75
		5°C	1073	12,60
		0°C	1086	12,45
		-5°C	1099	12,30
		-10°C	1115	12,12

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 15 y N° 18				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	1002
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1192
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo		10,58
		-10°C viento		10,45
Flecha	Máxima	50°C		11,76
		15°C viento		11,15
		0°C hielo		10,99
	Mínima	-15°C		9,88
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	
Sin Sobrecargas	45°C		969	11,62
	40°C		981	11,48
	35°C		993	11,34
	30°C		1005	11,21
	25°C		1018	11,06
	20°C		1031	10,92
	15°C (EDS)		1045	10,78
	10°C		1059	10,64
	5°C		1074	10,49
	0°C		1090	10,33
	-5°C		1106	10,18
	-10°C		1123	10,03

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos					
ENTRE APOYOS N° 18 y N° 20					
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)			
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546	
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶	
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450	
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	1010	
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1185	
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)	
Tensión máxima		-15°C hielo		11,71	
		-10°C viento		11,59	
Flecha	Máxima	50°C		12,91	
		15°C viento		12,34	
		0°C hielo		12,16	
		-15°C		11,01	
	Mínima				
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento		1271	10,20
Sin Sobrecargas		45°C		977	12,76
		40°C		988	12,62
		35°C		999	12,48
		30°C		1010	12,34
		25°C		1022	12,20
		20°C		1034	12,06
		15°C (EDS)		1047	11,91
		10°C		1060	11,76
		5°C		1073	11,62
		0°C		1087	11,47
		-5°C		1102	11,31
		-10°C		1117	11,16

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA
ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 20 y N° 21				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	1163
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1293
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo		4,72
		-10°C viento		4,61
Flecha	Máxima	50°C		4,53
		15°C viento		5,22
		0°C hielo		5,07
	Mínima	-15°C		4,07
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	
Sin Sobrecargas	45°C		1148	4,37
	40°C		1187	4,23
	35°C		1229	4,09
	30°C		1275	3,94
	25°C		1325	3,79
	20°C		1380	3,64
	15°C (EDS)		1440	3,49
	10°C		1506	3,33
	5°C		1578	3,18
	0°C		1657	3,03
	-5°C		1743	2,88
	-10°C		1849	2,72

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 21 y N° 26				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	892
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1317
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	4,14
		-10°C viento	1659	4,03
Flecha	Máxima	50°C	853	5,18
		15°C viento	1445	4,62
		0°C hielo	1848	4,48
		-15°C	1259	3,51
	Mínima	-15°C	1259	3,51
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1346	3,31
Sin Sobrecargas		45°C	873	5,06
		40°C	893	4,94
		35°C	916	4,82
		30°C	939	4,70
		25°C	965	4,57
		20°C	992	4,45
		15°C (EDS)	1021	4,32
		10°C	1053	4,19
		5°C	1087	4,06
		0°C	1124	3,93
		-5°C	1164	3,79
		-10°C	1211	3,65

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA
ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 26 y N° 29				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	866
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1353
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	3,48
		-10°C viento	1665	3,37
Flecha	Máxima	50°C	828	4,48
		15°C viento	1424	3,94
		0°C hielo	1829	3,80
	Mínima	-15°C	1293	2,87
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1366
Sin Sobrecargas	45°C		849	4,37
	40°C		872	4,25
	35°C		896	4,14
	30°C		923	4,02
	25°C		951	3,90
	20°C		982	3,78
	15°C (EDS)		1015	3,65
	10°C		1051	3,53
	5°C		1091	3,40
	0°C		1134	3,27
	-5°C		1182	3,14
	-10°C		1236	3,00

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 29 y N° 36				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	899
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1304
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	4,36
		-10°C viento	1657	4,25
Flecha	Máxima	50°C	859	5,40
		15°C viento	1450	4,85
		0°C hielo	1853	4,70
		-15°C	1247	3,72
	Mínima	-15°C	1247	3,72
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1341	3,60
Sin Sobrecargas		45°C	878	5,02
		40°C	899	4,90
		35°C	920	4,79
		30°C	943	4,67
		25°C	968	4,55
		20°C	994	4,43
		15°C (EDS)	1023	4,31
		10°C	1053	4,18
		5°C	1086	4,06
		0°C	1122	3,93
		-5°C	1160	3,80
		-10°C	1209	3,64

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos					
ENTRE APOYOS N° 36 y N° 38					
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)			
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546	
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶	
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450	
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	988	
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1205	
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)	
Tensión máxima		-15°C hielo		9,18	
		-10°C viento		9,06	
Flecha	Máxima	50°C		10,34	
		15°C viento		9,74	
		0°C hielo		9,58	
	Mínima	-15°C		8,49	
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento		1283
Sin Sobrecargas	45°C		958	10,20	
	40°C		970	10,08	
	35°C		984	9,93	
	30°C		998	9,79	
	25°C		1012	9,66	
	20°C		1027	9,52	
	15°C (EDS)		1042	9,38	
	10°C		1059	9,23	
	5°C		1076	9,08	
	0°C		1093	8,94	
	-5°C		1112	8,79	
	-10°C		1131	8,64	

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 38 y N° 41				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	927
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1270
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	5,33
		-10°C viento	1651	5,22
Flecha	Máxima	50°C	886	6,41
		15°C viento	1473	5,85
		0°C hielo	1872	5,70
	Mínima	-15°C	1214	4,68
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1322
Sin Sobrecargas	45°C		903	6,29
	40°C		921	6,17
	35°C		940	6,04
	30°C		961	5,91
	25°C		982	5,78
	20°C		1005	5,65
	15°C (EDS)		1029	5,52
	10°C		1055	5,38
	5°C		1083	5,24
	0°C		1112	5,11
	-5°C		1144	4,96
	-10°C		1178	4,82

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 41 y N° 42				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	994
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1200
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo		9,64
		-10°C viento		9,51
Flecha	Máxima	50°C		10,93
		15°C viento		10,32
		0°C hielo		10,16
	Mínima	-15°C		8,94
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	
Sin Sobrecargas	45°C		962	10,66
	40°C		974	10,53
	35°C		987	10,39
	30°C		1000	10,26
	25°C		1014	10,12
	20°C		1028	9,98
	15°C (EDS)		1043	9,84
	10°C		1059	9,69
	5°C		1075	9,54
	0°C		1092	9,39
	-5°C		1110	9,24
	-10°C		1128	9,09

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 42 y N° 43				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	910
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1291
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	4,72
		-10°C viento	1654	4,61
Flecha	Máxima	50°C	870	5,93
		15°C viento	1460	5,36
		0°C hielo	1861	5,21
		-15°C	1234	4,07
	Mínima	-15°C	1234	4,07
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1333	3,92
Sin Sobrecargas		45°C	889	5,65
		40°C	908	5,53
		35°C	929	5,41
		30°C	951	5,28
		25°C	974	5,16
		20°C	999	5,03
		15°C (EDS)	1025	4,90
		10°C	1054	4,76
		5°C	1085	4,63
		0°C	1118	4,49
		-5°C	1153	4,36
		-10°C	1192	4,21

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA
ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 43 y N° 44				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	631
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1736
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	0,91
		-10°C viento	1726	0,85
Flecha	Máxima	50°C	603	1,61
		15°C viento	1222	1,20
		0°C hielo	1659	1,10
	Mínima	-15°C	1660	0,58
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1572
Sin Sobrecargas	45°C		634	1,53
	40°C		669	1,45
	35°C		710	1,36
	30°C		756	1,28
	25°C		810	1,20
	20°C		873	1,11
	15°C (EDS)		946	1,02
	10°C		1031	0,94
	5°C		1130	0,86
	0°C		1242	0,78
	-5°C		1369	0,71
	-10°C		1509	0,64

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 44 y N° 45				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	971
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1222
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	7,71
		-10°C viento	1641	7,58
Flecha	Máxima	50°C	928	8,88
		15°C viento	1508	8,29
		0°C hielo	1904	8,13
		-15°C	1168	7,02
	Mínima	-15°C	1168	7,02
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1294	6,59
Sin Sobrecargas		45°C	942	13,21
		40°C	956	13,01
		35°C	971	12,81
		30°C	987	12,61
		25°C	1004	12,39
		20°C	1021	12,19
		15°C (EDS)	1039	11,97
		10°C	1058	11,76
		5°C	1078	11,54
		0°C	1098	11,33
		-5°C	1121	11,10
		-10°C	1144	10,88

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 45 y N° 46				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	836
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1396
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	2,87
		-10°C viento	1673	2,77
Flecha	Máxima	50°C	799	3,85
		15°C viento	1399	3,33
		0°C hielo	1807	3,20
	Mínima	-15°C	1335	2,29
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1390
Sin Sobrecargas	45°C		822	3,72
	40°C		847	3,61
	35°C		873	3,50
	30°C		903	3,39
	25°C		934	3,28
	20°C		969	3,16
	15°C (EDS)		1007	3,04
	10°C		1049	2,92
	5°C		1095	2,79
	0°C		1146	2,67
	-5°C		1202	2,55
	-10°C		1266	2,42

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 46 y N° 47				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	927
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1270
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	5,33
		-10°C viento	1651	5,22
Flecha	Máxima	50°C	886	6,49
		15°C viento	1473	5,92
		0°C hielo	1873	5,77
	Mínima	-15°C	1214	4,68
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1322
Sin Sobrecargas	45°C		903	6,29
	40°C		921	6,17
	35°C		941	6,04
	30°C		961	5,91
	25°C		982	5,78
	20°C		1005	5,65
	15°C (EDS)		1029	5,52
	10°C		1055	5,38
	5°C		1083	5,24
	0°C		1112	5,11
	-5°C		1144	4,96
	-10°C		1178	4,82

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 47 y N° 48				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	684
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1653
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	1,21
		-10°C viento	1713	1,14
Flecha	Máxima	50°C	654	1,98
		15°C viento	1269	1,54
		0°C hielo	1697	1,43
	Mínima	-15°C	1580	0,82
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1525
Sin Sobre cargas	45°C		684	1,89
	40°C		717	1,81
	35°C		754	1,72
	30°C		796	1,63
	25°C		844	1,53
	20°C		900	1,44
	15°C (EDS)		963	1,34
	10°C		1036	1,25
	5°C		1120	1,16
	0°C		1216	1,07
	-5°C		1324	0,98
	-10°C		1447	0,90

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 48 y N° 50				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	585
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1804
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	0,70
		-10°C viento	1737	0,65
Flecha	Máxima	50°C	559	1,34
		15°C viento	1181	0,96
		0°C hielo	1626	0,86
	Mínima	-15°C	1725	0,43
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1610
Sin Sobrecargas	45°C		591	1,26
	40°C		627	1,19
	35°C		670	1,12
	30°C		720	1,04
	25°C		779	0,96
	20°C		848	0,88
	15°C (EDS)		931	0,80
	10°C		1027	0,73
	5°C		1139	0,66
	0°C		1265	0,59
	-5°C		1406	0,53
	-10°C		1562	0,48

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 50 y N° 52				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	982
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1211
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	8,55
		-10°C viento	1638	8,43
Flecha	Máxima	50°C	939	9,69
		15°C viento	1516	9,11
		0°C hielo	1912	8,94
	Mínima	-15°C	1158	7,86
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1287
Sin Sobrecargas	45°C		952	9,56
	40°C		965	9,43
	35°C		979	9,30
	30°C		994	9,16
	25°C		1009	9,02
	20°C		1025	8,88
	15°C (EDS)		1041	8,74
	10°C		1058	8,60
	5°C		1076	8,46
	0°C		1095	8,31
	-5°C		1115	8,16
	-10°C		1136	8,01

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 52 y N° 54				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	885
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1325
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	3,93
		-10°C viento	1661	3,87
Flecha	Máxima	50°C	846	4,94
		15°C viento	1439	4,40
		0°C hielo	1842	4,26
		-15°C	1267	3,30
	Mínima	-15°C	1267	3,30
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1352	3,21
Sin Sobrecargas		45°C	866	4,83
		40°C	887	4,71
		35°C	910	4,59
		30°C	934	4,47
		25°C	961	4,35
		20°C	989	4,23
		15°C (EDS)	1019	4,10
		10°C	1052	3,97
		5°C	1088	3,84
		0°C	1127	3,71
		-5°C	1169	3,57
		-10°C	1216	3,44

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 54 y N° 58				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	824
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1413
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	2,70
		-10°C viento	1676	2,60
Flecha	Máxima	50°C	788	3,64
		15°C viento	1389	3,14
		0°C hielo	1799	3,00
	Mínima	-15°C	1351	2,13
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1400
Sin Sobrecargas	45°C		812	5,36
	40°C		837	5,20
	35°C		865	5,03
	30°C		895	4,87
	25°C		928	4,69
	20°C		964	4,52
	15°C (EDS)		1004	4,34
	10°C		1048	4,16
	5°C		1097	3,97
	0°C		1151	3,78
	-5°C		1221	3,57
	-10°C		1277	3,41

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 58 y N° 60				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	836
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1396
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	2,87
		-10°C viento	1673	2,77
Flecha	Máxima	50°C	799	3,83
		15°C viento	1398	3,32
		0°C hielo	1807	3,18
	Mínima	-15°C	1335	2,29
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1395
Sin Sobrecargas	45°C		822	5,64
	40°C		847	5,48
	35°C		873	5,32
	30°C		902	5,14
	25°C		934	4,97
	20°C		969	4,79
	15°C (EDS)		1007	4,61
	10°C		1049	4,42
	5°C		1095	4,24
	0°C		1146	4,05
	-5°C		1203	3,86
	-10°C		1266	3,67

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 60 y N° 61				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	845
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1383
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	3,06
		-10°C viento	1670	2,95
Flecha	Máxima	50°C	808	4,03
		15°C viento	1407	3,51
		0°C hielo	1814	3,37
	Mínima	-15°C	1322	2,44
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1382
Sin Sobrecargas	45°C		831	3,92
	40°C		855	3,81
	35°C		881	3,70
	30°C		909	3,59
	25°C		940	3,47
	20°C		973	3,35
	15°C (EDS)		1010	3,23
	10°C		1050	3,10
	5°C		1093	2,98
	0°C		1142	2,85
	-5°C		1195	2,73
	-10°C		1235	2,64

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 61 y N° 65				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	909
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1293
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	4,67
		-10°C viento	1655	4,56
Flecha	Máxima	50°C	869	5,72
		15°C viento	1458	5,17
		0°C hielo	1860	5,02
	Mínima	-15°C	1236	4,02
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1334
Sin Sobrecargas	45°C		887	5,61
	40°C		907	5,48
	35°C		927	5,36
	30°C		949	5,24
	25°C		973	5,11
	20°C		998	4,98
	15°C (EDS)		1025	4,85
	10°C		1054	4,72
	5°C		1085	4,58
	0°C		1118	4,45
	-5°C		1155	4,31
	-10°C		1193	4,17

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 65 y N° 67				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	814
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1432
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	2,53
		-10°C viento	1678	2,43
Flecha	Máxima	50°C	778	3,46
		15°C viento	1381	2,95
		0°C hielo	1791	2,82
	Mínima	-15°C	1369	1,97
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1409
Sin Sobrecargas	45°C		803	3,36
	40°C		829	3,25
	35°C		857	3,14
	30°C		888	3,03
	25°C		922	2,92
	20°C		960	2,81
	15°C (EDS)		1001	2,69
	10°C		1047	2,57
	5°C		1098	2,45
	0°C		1155	2,33
	-5°C		1218	2,21
	-10°C		1275	2,11

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 67 y N° 71				
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)		
Sección, mm ²		281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:		21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:		1,450	Parámetros (m) Máximo:	868
Peso + hielo, daN/m:		1,796	Mínimo:	1348
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	2000	3,52
		-10°C viento	1665	3,41
Flecha	Máxima	50°C	830	4,51
		15°C viento	1425	3,98
		0°C hielo	1830	3,84
	Mínima	-15°C	1289	2,90
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	1365
Sin Sobrecargas	45°C		851	4,40
	40°C		873	4,29
	35°C		897	4,17
	30°C		924	4,05
	25°C		952	3,93
	20°C		982	3,81
	15°C (EDS)		1015	3,69
	10°C		1051	3,56
	5°C		1090	3,43
	0°C		1133	3,30
	-5°C		1180	3,17
	-10°C		1232	3,04

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos			
ENTRE APOYOS N° 71 y N° 72			
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)	
Sección, mm ²	281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:	21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:	0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:	1,450	Parámetros (m) Máximo:	798
Peso + hielo, daN/m:	1,796	Mínimo:	1459
Hipótesis		Tensión (daN)	Flecha (m)
Tensión máxima	-15°C hielo	2000	2,30
	-10°C viento	1682	2,20
Flecha	Máxima	50°C	763
		15°C viento	1367
		0°C hielo	1780
		-15°C	1395
Mínima		-15°C	1395
		-15°C	1,76
Desviación cadenas	-10 °C + 50% viento	1422	1,74
Sin Sobrecargas	45°C	788	3,11
	40°C	815	3,00
	35°C	845	2,90
	30°C	877	2,79
	25°C	913	2,68
	20°C	953	2,57
	15°C (EDS)	997	2,46
	10°C	1046	2,34
	5°C	1101	2,22
	0°C	1162	2,11
	-5°C	1230	1,99
	-10°C	1295	1,89

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos			
ENTRE APOYOS N° 71 y N° 74			
Zona: B		Conductor: 242-AL1/39-ST1A (LA-280 HAWK)	
Sección, mm ²	281,1	Mod. Elástico, daN/mm ²	7546
Diámetro, mm:	21,8	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	18,9·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:	0,956	Carga de rotura, daN	8450
Peso + viento, daN/m:	1,450	Parámetros (m) Máximo:	844
Peso + hielo, daN/m:	1,796	Mínimo:	1384
Hipótesis		Tensión (daN)	Flecha (m)
Tensión máxima	-15°C hielo	2000	3,02
	-10°C viento	1671	2,92
Flecha	Máxima	50°C	807
		15°C viento	1406
		0°C hielo	1813
		-15°C	1323
Mínima		-15°C	1323
		-15°C	2,43
Desviación cadenas	-10 °C + 50% viento	1383	2,42
Sin Sobrecargas	45°C	830	3,87
	40°C	854	3,76
	35°C	880	3,65
	30°C	908	3,54
	25°C	939	3,42
	20°C	973	3,30
	15°C (EDS)	1009	3,19
	10°C	1049	3,06
	5°C	1094	2,94
	0°C	1142	2,81
	-5°C	1196	2,69
	-10°C	1257	2,56

LÍNEA AÉREA 110 kV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA
ANEXO I
2.4.2- Cable de tierra OPGW 34F42Z

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos			
ENTRE APOYOS N° 1 y N° 3			
Zona: B Conductor: OPGW 34F42Z			
Sección, mm ²	78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:	13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:	0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:	0,906	Parámetros (m) Máximo:	1024
Peso + hielo, daN/m:	1,076	Mínimo:	1446
Hipótesis		Tensión (daN)	Flecha (m)
Tensión máxima	-15°C hielo	1200	5,38
	-10°C viento	1039	5,23
Flecha	Máxima	50°C	427
		15°C viento	941
		0°C hielo	1134
	Mínima	-15°C	603
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	747
Sin Sobre cargas	45°C		436
	40°C		445
	35°C		455
	30°C		466
	25°C		478
	20°C		490
	15°C (EDS)		503
	10°C		517
	5°C		531
	0°C		547
	-5°C		564
	-10°C		583

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos					
ENTRE APOYOS N° 3 y N° 4					
Zona: B Conductor: OPGW 34F42Z					
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650	
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶	
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396	
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	815	
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	2463	
Hipótesis			Tensión (daN)	Flecha (m)	
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	0,47	
		-10°C viento	1089	0,73	
Flecha	Máxima	50°C	340	1,08	
		15°C viento	825	0,97	
		0°C hielo	1034	0,92	
	Mínima	-15°C	1027	0,36	
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	994	0,41
Sin Sobrecargas			45°C	366	1,00
			40°C	396	0,93
			35°C	430	0,86
			30°C	470	0,78
			25°C	515	0,71
			20°C	566	0,65
			15°C (EDS)	621	0,59
			10°C	681	0,54
			5°C	745	0,49
			0°C	812	0,45
			-5°C	882	0,42
			-10°C	953	0,39

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos					
ENTRE APOYOS N° 4 y N° 5					
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z			
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650	
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶	
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396	
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	1091	
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1173	
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)	
Tensión máxima		-15°C hielo		1200	26,69
		-10°C viento		1017	26,52
Flecha	Máxima	50°C		455	27,35
		15°C viento		992	27,30
		0°C hielo		1182	27,21
	Mínima	-15°C		489	25,37
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento		667
Sin Sobrecargas	45°C		458	27,10	
	40°C		460	26,99	
	35°C		463	26,81	
	30°C		465	26,70	
	25°C		468	26,52	
	20°C		470	26,41	
	15°C (EDS)		473	26,24	
	10°C		475	26,13	
	5°C		478	25,97	
	0°C		481	25,81	
	-5°C		483	25,70	
	-10°C		486	25,54	

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos					
ENTRE APOYOS N° 5 y N° 6					
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z			
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650	
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶	
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396	
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	1017	
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1480	
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)	
Tensión máxima		-15°C hielo		4,90	
		-10°C viento		4,75	
Flecha	Máxima	50°C		5,37	
		15°C viento		5,28	
		0°C hielo		5,20	
	Mínima	-15°C		3,69	
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento		756
Sin Sobrecargas	45°C		434	5,25	
	40°C		444	5,13	
	35°C		455	5,00	
	30°C		466	4,89	
	25°C		479	4,75	
	20°C		492	4,63	
	15°C (EDS)		506	4,50	
	10°C		521	4,37	
	5°C		538	4,23	
	0°C		556	4,10	
	-5°C		575	3,96	
	-10°C		595	3,83	

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos					
ENTRE APOYOS N° 6 y N° 15					
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z			
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650	
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶	
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396	
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	1070	
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1245	
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)	
Tensión máxima		-15°C hielo		1200	12,65
		-10°C viento		1024	12,49
Flecha	Máxima	50°C		446	13,19
		15°C viento		975	13,11
		0°C hielo		1166	13,02
		-15°C		519	11,35
	Mínima				
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento		690	9,47
Sin Sobrecargas		45°C		451	13,05
		40°C		456	12,91
		35°C		460	12,79
		30°C		465	12,66
		25°C		471	12,49
		20°C		476	12,36
		15°C (EDS)		481	12,23
		10°C		487	12,08
		5°C		493	11,94
		0°C		499	11,79
		-5°C		505	11,65
		-10°C		512	11,49

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos			
ENTRE APOYOS N° 15 y N° 18			
Zona: B Conductor: OPGW 34F42Z			
Sección, mm ²	78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:	13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:	0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:	0,906	Parámetros (m) Máximo:	1062
Peso + hielo, daN/m:	1,076	Mínimo:	1271
Hipótesis		Tensión (daN)	Flecha (m)
Tensión máxima	-15°C hielo	1200	10,56
	-10°C viento	1027	10,39
Flecha	Máxima	50°C	443
		15°C viento	969
		0°C hielo	1160
		-15°C	530
	Mínima	-15°C	9,26
Desviación cadenas	-10 °C + 50% viento	699	7,80
Sin Sobrecargas	45°C	448	10,97
	40°C	454	10,82
	35°C	460	10,68
	30°C	466	10,54
	25°C	472	10,41
	20°C	478	10,28
	15°C (EDS)	485	10,13
	10°C	491	10,01
	5°C	499	9,85
	0°C	506	9,71
	-5°C	514	9,56
	-10°C	522	9,41

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos			
ENTRE APOYOS N° 18 y N° 20			
Zona: B Conductor: OPGW 34F42Z			
Sección, mm ²	78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:	13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:	0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:	0,906	Parámetros (m) Máximo:	1067
Peso + hielo, daN/m:	1,076	Mínimo:	1254
Hipótesis		Tensión (daN)	Flecha (m)
Tensión máxima	-15°C hielo	1200	11,69
	-10°C viento	1026	11,52
Flecha	Máxima	50°C	445
		15°C viento	972
		0°C hielo	1163
		-15°C	523
	Mínima	-15°C	10,39
Desviación cadenas	-10 °C + 50% viento	694	8,70
Sin Sobrecargas	45°C	450	12,08
	40°C	455	11,95
	35°C	460	11,82
	30°C	465	11,69
	25°C	471	11,55
	20°C	477	11,40
	15°C (EDS)	483	11,26
	10°C	489	11,12
	5°C	495	10,99
	0°C	502	10,83
	-5°C	509	10,68
	-10°C	516	10,54

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos			
ENTRE APOYOS N° 20 y N° 21			
Zona: B Conductor: OPGW 34F42Z			
Sección, mm ²	78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:	13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:	0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:	0,906	Parámetros (m) Máximo:	1014
Peso + hielo, daN/m:	1,076	Mínimo:	1496
Hipótesis		Tensión (daN)	Flecha (m)
Tensión máxima	-15°C hielo	1200	4,71
	-10°C viento	1042	4,57
Flecha	Máxima	50°C	423
		15°C viento	935
		0°C hielo	1128
		-15°C	624
Desviación cadenas	-10 °C + 50% viento	760	3,20
Sin Sobrecargas	45°C	433	5,06
	40°C	443	4,94
	35°C	454	4,83
	30°C	466	4,70
	25°C	479	4,57
	20°C	493	4,44
	15°C (EDS)	508	4,31
	10°C	524	4,18
	5°C	541	4,05
	0°C	559	3,92
	-5°C	579	3,78
	-10°C	601	3,64

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos			
ENTRE APOYOS N° 21 y N° 26			
Zona: B Conductor: OPGW 34F42Z			
Sección, mm ²	78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:	13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:	0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:	0,906	Parámetros (m) Máximo:	1002
Peso + hielo, daN/m:	1,076	Mínimo:	1554
Hipótesis		Tensión (daN)	Flecha (m)
Tensión máxima	-15°C hielo	1200	4,13
	-10°C viento	1045	4,00
Flecha	Máxima	50°C	418
		15°C viento	928
		0°C hielo	1122
		-15°C	648
Desviación cadenas	-10 °C + 50% viento	774	2,76
Sin Sobrecargas	45°C	429	4,48
	40°C	441	4,36
	35°C	453	4,24
	30°C	466	4,12
	25°C	481	3,99
	20°C	496	3,87
	15°C (EDS)	513	3,75
	10°C	531	3,62
	5°C	551	3,49
	0°C	572	3,36
	-5°C	595	3,23
	-10°C	621	3,09

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 26 y N° 29				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	988
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1643
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo		3,47
		-10°C viento		3,34
Flecha	Máxima	50°C		3,92
		15°C viento		3,82
		0°C hielo		3,74
	Mínima	-15°C		2,36
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	
Sin Sobrecargas		45°C		3,81
		40°C		3,69
		35°C		3,58
		30°C		3,46
		25°C		3,34
		20°C		3,22
		15°C (EDS)		3,10
		10°C		2,97
		5°C		2,85
		0°C		2,73
		-5°C		2,60
		-10°C		2,48

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 29 y N° 36				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	1007
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1532
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo		4,35
		-10°C viento		4,21
Flecha	Máxima	50°C		4,82
		15°C viento		4,73
		0°C hielo		4,64
	Mínima	-15°C		3,17
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	
Sin Sobrecargas	45°C		430	4,70
	40°C		442	4,58
	35°C		454	4,46
	30°C		466	4,34
	25°C		480	4,21
	20°C		495	4,09
	15°C (EDS)		511	3,96
	10°C		528	3,83
	5°C		547	3,70
	0°C		567	3,57
	-5°C		589	3,43
	-10°C		613	3,30

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 36 y N° 38				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	1055
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1297
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	9,17
		-10°C viento	1029	9,00
Flecha	Máxima	50°C	440	9,69
		15°C viento	964	9,61
		0°C hielo	1155	9,53
	Mínima	-15°C	541	7,88
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	707
Sin Sobrecargas		45°C	446	9,56
		40°C	452	9,43
		35°C	459	9,29
		30°C	466	9,15
		25°C	473	9,01
		20°C	480	8,88
		15°C (EDS)	488	8,74
		10°C	495	8,61
		5°C	504	8,46
		0°C	513	8,31
		-5°C	522	8,17
		-10°C	531	8,03

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 38 y N° 41				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	1022
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1448
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	5,33
		-10°C viento	1039	5,18
Flecha	Máxima	50°C	426	5,81
		15°C viento	941	5,72
		0°C hielo	1134	5,64
	Mínima	-15°C	604	4,10
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	748
Sin Sobrecargas	45°C		435	5,69
	40°C		445	5,57
	35°C		455	5,44
	30°C		466	5,32
	25°C		478	5,18
	20°C		490	5,06
	15°C (EDS)		503	4,92
	10°C		517	4,79
	5°C		532	4,66
	0°C		548	4,52
	-5°C		566	4,38
	-10°C		584	4,24

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos			
ENTRE APOYOS N° 41 y N° 42			
Zona: B Conductor: OPGW 34F42Z			
Sección, mm ²	78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:	13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:	0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:	0,906	Parámetros (m) Máximo:	1058
Peso + hielo, daN/m:	1,076	Mínimo:	1288
Hipótesis		Tensión (daN)	Flecha (m)
Tensión máxima	-15°C hielo	1200	9,62
	-10°C viento	1028	9,46
Flecha	Máxima	50°C	441
		15°C viento	966
		0°C hielo	1157
		-15°C	537
Desviación cadenas	-10 °C + 50% viento	704	7,06
Sin Sobrecargas	45°C	447	10,01
	40°C	453	9,88
	35°C	459	9,75
	30°C	466	9,60
	25°C	472	9,48
	20°C	479	9,34
	15°C (EDS)	486	9,21
	10°C	494	9,06
	5°C	502	8,91
	0°C	510	8,77
	-5°C	519	8,62
	-10°C	528	8,48

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos			
ENTRE APOYOS N° 42 y N° 43			
Zona: B Conductor: OPGW 34F42Z			
Sección, mm ²	78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:	13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:	0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:	0,906	Parámetros (m) Máximo:	1014
Peso + hielo, daN/m:	1,076	Mínimo:	1496
Hipótesis		Tensión (daN)	Flecha (m)
Tensión máxima	-15°C hielo	1200	4,71
	-10°C viento	1042	4,57
Flecha	Máxima	50°C	423
		15°C viento	935
		0°C hielo	1128
		-15°C	624
Desviación cadenas	-10 °C + 50% viento	760	3,20
Sin Sobrecargas	45°C	433	5,06
	40°C	443	4,94
	35°C	454	4,83
	30°C	466	4,70
	25°C	479	4,57
	20°C	493	4,44
	15°C (EDS)	508	4,31
	10°C	524	4,18
	5°C	541	4,05
	0°C	559	3,92
	-5°C	579	3,78
	-10°C	601	3,64

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 43 y N° 44				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	835
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	2408
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo		0,91
		-10°C viento		0,84
Flecha	Máxima	50°C		1,21
		15°C viento		1,10
		0°C hielo		1,05
	Mínima	-15°C		0,42
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	
Sin Sobrecargas	45°C		372	1,13
	40°C		400	1,06
	35°C		433	0,98
	30°C		470	0,90
	25°C		512	0,82
	20°C		559	0,76
	15°C (EDS)		611	0,69
	10°C		669	0,63
	5°C		730	0,58
	0°C		795	0,53
	-5°C		862	0,49
	-10°C		932	0,45

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 44 y N° 45				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	1046
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1336
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	7,69
		-10°C viento	1032	7,53
Flecha	Máxima	50°C	436	8,23
		15°C viento	957	8,15
		0°C hielo	1149	8,06
	Mínima	-15°C	557	6,42
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	718
Sin Sobrecargas		45°C	443	8,08
		40°C	450	7,95
		35°C	458	7,81
		30°C	466	7,68
		25°C	474	7,55
		20°C	483	7,41
		15°C (EDS)	492	7,27
		10°C	501	7,14
		5°C	511	7,00
		0°C	522	6,85
		-5°C	533	6,71
		-10°C	545	6,57

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 45 y N° 46				
Zona: B Conductor: OPGW 34F42Z				
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	969
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1753
Hipótesis			Tensión (daN)	Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	2,87
		-10°C viento	1055	2,75
Flecha	Máxima	50°C	404	3,30
		15°C viento	907	3,20
		0°C hielo	1103	3,12
	Mínima	-15°C	731	1,83
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	820
Sin Sobrecargas		45°C	418	3,19
		40°C	433	3,08
		35°C	449	2,97
		30°C	467	2,86
		25°C	487	2,74
		20°C	508	2,63
		15°C (EDS)	531	2,51
		10°C	557	2,40
		5°C	586	2,28
		0°C	617	2,16
		-5°C	652	2,05
		-10°C	689	1,94

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 46 y N° 47				
Zona: B Conductor: OPGW 34F42Z				
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	1022
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1448
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	5,33
		-10°C viento	1039	5,18
Flecha	Máxima	50°C	426	5,87
		15°C viento	941	5,78
		0°C hielo	1134	5,70
	Mínima	-15°C	604	4,10
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	748
Sin Sobrecargas		45°C	436	5,68
		40°C	445	5,57
		35°C	455	5,44
		30°C	466	5,32
		25°C	478	5,18
		20°C	490	5,06
		15°C (EDS)	503	4,92
		10°C	517	4,79
		5°C	532	4,66
		0°C	548	4,52
		-5°C	565	4,38
		-10°C	584	4,24

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 47 y N° 48				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	871
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	2271
Hipótesis		Tensión (daN)	Flecha (m)	
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	1,21
		-10°C viento	1079	1,14
Flecha	Máxima	50°C	363	1,55
		15°C viento	852	1,44
		0°C hielo	1055	1,38
	Mínima	-15°C	947	0,60
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	943
Sin Sobre cargas	45°C		385	1,46
	40°C		409	1,38
	35°C		437	1,29
	30°C		469	1,20
	25°C		505	1,12
	20°C		545	1,03
	15°C (EDS)		590	0,96
	10°C		640	0,88
	5°C		694	0,81
	0°C		753	0,75
	-5°C		815	0,69
	-10°C		885	0,64

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 48 y N° 50				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	835
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	2408
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo		0,91
		-10°C viento		0,84
Flecha	Máxima	50°C		1,21
		15°C viento		1,10
		0°C hielo		1,05
	Mínima	-15°C		0,42
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	
Sin Sobrecargas	45°C		372	1,13
	40°C		400	1,06
	35°C		433	0,98
	30°C		470	0,90
	25°C		512	0,82
	20°C		559	0,76
	15°C (EDS)		611	0,69
	10°C		668	0,63
	5°C		729	0,58
	0°C		794	0,53
	-5°C		861	0,49
	-10°C		932	0,45

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 50 y N° 52				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	1053
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1312
Hipótesis		Tensión (daN)	Flecha (m)	
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	8,54
		-10°C viento	1030	8,38
Flecha	Máxima	50°C	439	9,04
		15°C viento	961	8,98
		0°C hielo	1153	8,89
	Mínima	-15°C	547	7,25
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	711
Sin Sobre cargas	45°C		445	8,92
	40°C		452	8,78
	35°C		459	8,65
	30°C		466	8,52
	25°C		473	8,39
	20°C		481	8,26
	15°C (EDS)		489	8,12
	10°C		498	7,97
	5°C		507	7,83
	0°C		516	7,70
	-5°C		526	7,55
	-10°C		536	7,41

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 50 y N° 52				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	1000
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1580
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	3,92
		-10°C viento	1046	3,79
Flecha	Máxima	50°C	417	4,37
		15°C viento	925	4,28
		0°C hielo	1119	4,20
	Mínima	-15°C	659	4,10
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	780
Sin Sobrecargas		45°C	428	4,26
		40°C	440	4,14
		35°C	453	4,02
		30°C	467	3,90
		25°C	482	3,78
		20°C	498	3,66
		15°C (EDS)	515	3,54
		10°C	534	3,41
		5°C	555	3,28
		0°C	578	3,15
		-5°C	603	3,02
		-10°C	630	2,89

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 54 y N° 58				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	964
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1791
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	2,69
		-10°C viento	1057	2,57
Flecha	Máxima	50°C	402	3,12
		15°C viento	903	3,01
		0°C hielo	1099	2,94
		-15°C	747	1,68
	Mínima	-15°C	747	1,68
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	830	1,68
Sin Sobrecargas		45°C	416	3,01
		40°C	431	2,91
		35°C	449	2,79
		30°C	467	2,68
		25°C	488	2,57
		20°C	510	2,46
		15°C (EDS)	535	2,34
		10°C	563	2,22
		5°C	594	2,11
		0°C	627	2,00
		-5°C	664	1,89
		-10°C	703	1,78

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 58 y N° 60				
Zona: B Conductor: OPGW 34F42Z				
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	969
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1753
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	2,87
		-10°C viento	1055	2,75
Flecha	Máxima	50°C	404	3,30
		15°C viento	907	3,20
		0°C hielo	1103	3,12
		-15°C	731	1,83
	Mínima	-15°C	731	1,83
Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	821	1,80
Sin Sobrecargas		45°C	418	3,19
		40°C	433	3,08
		35°C	449	2,97
		30°C	467	2,86
		25°C	487	2,74
		20°C	508	2,63
		15°C (EDS)	532	2,51
		10°C	557	2,40
		5°C	586	2,28
		0°C	618	2,16
		-5°C	652	2,05
		-10°C	689	1,94

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 60 y N° 61				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	976
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1715
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo		3,05
		-10°C viento		2,92
Flecha	Máxima	50°C		3,49
		15°C viento		3,39
		0°C hielo		3,31
	Mínima	-15°C		1,98
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	
Sin Sobrecargas	45°C		417	3,40
	40°C		432	3,28
	35°C		449	3,16
	30°C		467	3,04
	25°C		487	2,91
	20°C		509	2,79
	15°C (EDS)		534	2,66
	10°C		560	2,53
	5°C		590	2,41
	0°C		622	2,28
	-5°C		658	2,16
	-10°C		692	2,05

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 61 y N° 65				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	1012
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1501
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo		4,66
		-10°C viento		4,52
Flecha	Máxima	50°C		5,14
		15°C viento		5,05
		0°C hielo		4,97
	Mínima	-15°C		3,47
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	
Sin Sobrecargas	45°C		432	5,02
	40°C		443	4,90
	35°C		454	4,78
	30°C		466	4,66
	25°C		479	4,53
	20°C		493	4,40
	15°C (EDS)		508	4,27
	10°C		524	4,14
	5°C		542	4,00
	0°C		560	3,87
	-5°C		581	3,73
	-10°C		602	3,60

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 65 y N° 67				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	957
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1832
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	2,52
		-10°C viento	1058	2,41
Flecha	Máxima	50°C	399	2,94
		15°C viento	899	2,83
		0°C hielo	1096	2,76
	Mínima	-15°C	764	1,54
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	839
Sin Sobrecargas	45°C		414	2,83
	40°C		430	2,73
	35°C		448	2,62
	30°C		467	2,51
	25°C		489	2,40
	20°C		513	2,29
	15°C (EDS)		539	2,18
	10°C		568	2,06
	5°C		601	1,95
	0°C		636	1,84
	-5°C		675	1,74
	-10°C		712	1,65

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 67 y N° 71				
Zona: B Conductor: OPGW 34F42Z				
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	988
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1638
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	3,51
		-10°C viento	1049	3,38
Flecha	Máxima	50°C	412	3,96
		15°C viento	919	3,86
		0°C hielo	1114	3,78
	Mínima	-15°C	683	2,39
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	794
Sin Sobrecargas	45°C		425	3,84
	40°C		437	3,74
	35°C		452	3,61
	30°C		467	3,50
	25°C		483	3,38
	20°C		501	3,26
	15°C (EDS)		521	3,13
	10°C		542	3,01
	5°C		565	2,89
	0°C		591	2,76
	-5°C		619	2,64
	-10°C		649	2,52

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 72 y N° 74				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	947
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1892
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo	1200	2,29
		-10°C viento	1061	2,18
Flecha	Máxima	50°C	395	2,70
		15°C viento	893	2,59
		0°C hielo	1091	2,52
	Mínima	-15°C	789	1,35
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	852
Sin Sobrecargas	45°C		410	2,60
	40°C		428	2,49
	35°C		447	2,38
	30°C		467	2,28
	25°C		491	2,17
	20°C		516	2,07
	15°C (EDS)		545	1,96
	10°C		577	1,85
	5°C		612	1,74
	0°C		651	1,64
	-5°C		693	1,54
	-10°C		735	1,45

LINEA AÉREA 110 KV SE.T. Pont de Rei - S.E.T. Benos				
ENTRE APOYOS N° 72 y N° 74				
Zona: B		Conductor: OPGW 34F42Z		
Sección, mm ²		78,9	Mod. Elástico, daN/mm ²	11650
Diámetro, mm:		13,9	Coef. Dilatación, °C ⁻¹	17,6·10 ⁻⁶
Peso, daN/m:		0,417	Carga de rotura, daN	5396
Peso + viento, daN/m:		0,906	Parámetros (m) Máximo:	976
Peso + hielo, daN/m:		1,076	Mínimo:	1724
Hipótesis		Tensión (daN)		Flecha (m)
Tensión máxima		-15°C hielo		3,01
		-10°C viento		2,89
Flecha	Máxima	50°C		3,44
		15°C viento		3,35
		0°C hielo		3,27
	Mínima	-15°C		1,95
	Desviación cadenas		-10 °C + 50% viento	
Sin Sobrecargas	45°C		420	3,71
	40°C		434	3,59
	35°C		450	3,46
	30°C		467	3,33
	25°C		486	3,20
	20°C		506	3,08
	15°C (EDS)		528	2,95
	10°C		553	2,81
	5°C		580	2,68
	0°C		610	2,55
	-5°C		643	2,42
	-10°C		679	2,29

2.5- TABLAS RESUMEN DE CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

LA-280													
ARMADO	APOYOS		VANO	SERIE	VANO CÁLCULO	ZONA	Tense a - 15°C + Hielo (daN)	Tense EDS (15°C) (daN)	Tense Flecha Máxima (50°C) (daN)	Parámetro Flecha Máxima (50°C)	Tense Desviación de Cadenas (- 10°C+V/2) (daN)	Tense Flecha Mínima (daN)	Parámetro Flecha Mínima
	P	1	17	1	17	B	Destensado						
DRAGO 900 H4 24,00 CA	1	2	227	2	219	B	2000	1029	887	928	1321	1213	1269
ARCE 300 H40 30,00 CS	2	3	210		219	B	2000	1029	887	928	1321	1213	1269
ARCE 900 H40 27,50 CA	3	4	84	3	84	B	2000	938	579	606	1593	1695	1773
ARCE 900 H40 27,50 CA	4	5	488	4	488	B	2000	1056	1017	1064	1246	1094	1144
ARCE 900 H40 23,00 CA	5	6	209	5	209	B	2000	1027	875	915	1329	1269	1327
ARCE 900 H40 20,70 CA	6	7	230	6	336	B	2000	1048	973	1018	1268	1129	1181
ARCE 300 H40 30,00 CS	7	8	352		336	B	2000	1048	973	1018	1268	1129	1181
ARCE 300 H40 23,00 CS	8	9	460		336	B	2000	1048	973	1018	1268	1129	1181
ARCE 300 H40 30,00 CS	9	10	276		336	B	2000	1048	973	1018	1268	1129	1181
ARCE 300 H40 30,00 CS	10	11	396		336	B	2000	1048	973	1018	1268	1129	1181
ARCE 300 H40 25,00 CS	11	12	303		336	B	2000	1048	973	1018	1268	1129	1181
ARCE 300 H40 30,00 CS	12	13	288		336	B	2000	1048	973	1018	1268	1129	1181
DRAGO 300 H4 33,00 CA	13	14	232		336	B	2000	1048	973	1018	1268	1129	1181
OLMO 275 H5 5TA CS	14	15	165		336	B	2000	1048	973	1018	1268	1129	1181
ARCE 900 H40 18,45 CA	15	16	317	7	307	B	2000	1045	958	1002	1276	1140	1192
ARCE 300 H40 30,00 CS	16	17	308		307	B	2000	1045	958	1002	1276	1140	1192
ARCE 300 H40 23,00 CS	17	18	294		307	B	2000	1045	958	1002	1276	1140	1192
ARCE 900 H40 20,70 CA	18	19	325	8	323	B	2000	1047	966	1010	1271	1133	1185
ARCE 300 H40 25,00 CS	19	20	320		323	B	2000	1047	966	1010	1271	1133	1185
ARCE 900 H40 18,45 CA	20	21	205	9	205	B	2000	1440	1112	1163	1333	1236	1293
ARCE 900 H40 20,70 CA	21	22	148	10	192	B	2000	1411	1073	892	1346	1259	1317
OLMO 275 H5 5TA CS	22	23	162		192	B	2000	1411	1073	892	1346	1259	1317
OLMO 275 H5 5TA CS	23	24	150		192	B	2000	1411	1073	892	1346	1259	1317
ARCE 300 H40 27,50 CS	24	25	240		192	B	2000	1411	1073	892	1346	1259	1317
ARCE 300 H40 27,50 CS	25	26	207		192	B	2000	1411	1073	892	1346	1259	1317
ARCE 900 H40 25,00 CA	26	27	189	11	176	B	2000	1368	1014	866	1366	1293	1353
OLMO 275 H5 5TA CS	27	28	120		176	B	2000	1368	1014	866	1366	1293	1353
ARCE 300 H40 23,00 CS	28	29	192		176	B	2000	1368	1014	866	1366	1293	1353
ARCE 900 H40 25,00 CA	29	30	208	12	197	B	2000	1023	859	899	1341	1247	1304
OLMO 275 H5 5TA CS	30	31	148		197	B	2000	1023	859	899	1341	1247	1304
OLMO 275 H5 5TA CS	31	32	151		197	B	2000	1023	859	899	1341	1247	1304
OLMO 275 H5 5TA CS	32	33	190		197	B	2000	1023	859	899	1341	1247	1304
ARCE 300 H40 25,00 CS	33	34	267		197	B	2000	1023	859	899	1341	1247	1304
ARCE 300 H40 23,00 CS	34	35	158		197	B	2000	1023	859	899	1341	1247	1304
ARCE 300 H40 23,00 CS	35	36	160		197	B	2000	1023	859	899	1341	1247	1304
ARCE 900 H40 23,00 CA	36	37	330	13	286	B	2000	1042	945	988	1283	1152	1205
ARCE 300 H40 23,00 CS	37	38	165		286	B	2000	1042	945	988	1283	1152	1205

LÍNEA AÉREA 110 kv. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

LA-280													
ARMADO	APOYOS		VANO	SERIE	VANO CÁLCULO	ZONA	Tense a 15°C + Hielo (daN)	Tense EDS (15°C) (daN)	Tense Flecha Máxima (50°C) (daN)	Parámetro Flecha Máxima (50°C)	Tense Desviación de Cadenas (- 10°C+V/2) (daN)	Tense Flecha Mínima (daN)	Parámetro Flecha Mínima
ARCE 900 H40 30,00 CA	38	39	245	14	218	B	2000	1029	886	927	1322	1214	1270
OLMO 275 H5 6T CS	39	40	198		218	B	2000	1029	886	927	1322	1214	1270
ARCE 300 H40 23,00 CS	40	41	200		218	B	2000	1029	886	927	1322	1214	1270
ARCE 900 H40 25,00 CA	41	42	293	15	293	B	2000	1043	950	994	1281	1147	1200
ARCE 900 H40 25,00 CA	42	43	205	16	205	B	2000	1025	870	910	1333	1234	1291
ARCE 900 H40 25,00 CA	43	44	90	17	90	B	2000	946	603	631	1572	1660	1736
ARCE 900 H40 23,00 CA	44	45	262	18	262	B	2000	1039	928	971	1294	1168	1222
ARCE 900 H40 25,00 CA	45	46	160	19	160	B	2000	1007	799	836	1390	1335	1396
ARCE 900 H40 27,50 CA	46	47	218	20	218	B	2000	1029	886	927	1322	1214	1270
ARCE 900 H40 27,50 CA	47	48	104	21	104	B	2000	963	654	684	1525	1580	1653
ARCE 900 H40 25,00 CS	48	49	90	22	79	B	2000	931	559	585	1610	1725	1804
ARCE 300 H40 27,50 CS	49	50	59		79	B	2000	931	559	585	1610	1725	1804
ARCE 900 H40 25,00 CA	50	51	313	23	276	B	2000	1041	939	982	1287	1158	1211
ARCE 300 H40 23,00 CS	51	52	211		276	B	2000	1041	939	982	1287	1158	1211
ARCE 900 H40 25,00 CA	52	53	166	24	187	B	2000	1019	846	885	1352	1267	1325
ARCE 300 H40 23,00 CS	53	54	203		187	B	2000	1019	846	885	1352	1267	1325
ARCE 900 H40 25,00 CA	54	55	167	25	155	B	2000	1004	788	824	1400	1351	1413
ARCE 300 H40 30,00 CS	55	56	117		155	B	2000	1004	788	824	1400	1351	1413
OLMO 610 H5 6T CS	56	57	146		155	B	2000	1004	788	824	1400	1351	1413
OLMO 610 H5 6T CS	57	58	171		155	B	2000	1004	788	824	1400	1351	1413
ARCE 900 H40 27,50 CA	58	59	167	26	157	B	2000	1007	799	836	1395	1335	1396
ARCE 300 H40 27,50 CS	59	60	145		157	B	2000	1007	799	836	1395	1335	1396
ARCE 900 H40 25,00 CA	60	61	165	27	165	B	2000	1010	808	845	1382	1322	1383
ARCE 900 H40 30,00 CA	61	62	196	28	219	B	2000	1025	869	909	1236	1334	1293
ARCE 300 H40 25,00 CS	62	63	271		219	B	2000	1025	869	909	1236	1334	1293
ARCE 300 H40 30,00CS	63	64	198		219	B	2000	1025	869	909	1236	1334	1293
OLMO 610 H5 6T CS	64	65	170		219	B	2000	1025	869	909	1236	1334	1293
ARCE 900 H40 25,00 CA	65	66	123	29	150	B	2000	1001	778	814	1409	1369	1432
ARCE 300 H40 30,00 CS	66	67	167		150	B	2000	1001	778	814	1409	1369	1432
ARCE 900 H40 25,00 CA	67	68	187	30	177	B	2000	1015	830	868	1365	1289	1348
ARCE 300 H40 30,00 CS	68	69	196		177	B	2000	1015	830	868	1365	1289	1348
ARCE 300 H40 30,00 CS	69	70	127		177	B	2000	1015	830	868	1365	1289	1348
OLMO 610 H5 6T CS	70	71	175		177	B	2000	1015	830	868	1365	1289	1348
ARCE 900 H40 27,50 CA	71	72	143	31	143	B	2000	997	763	798	1422	1395	1459
ARCE 900 H40 27,50 CA	72	73	187	32	173	B	2000	1009	807	844	1383	1323	1384
ARCE 300 H40 30,00 CS	73	74	153		173	B	2000	1009	807	844	1383	1323	1384
DRAGO 900 H4 18,00 CA	74	P2	22	33	22	B	Destensado						

LÍNEA AÉREA 110 kv. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

OPGW 34F42Z													
ARMADO	APOYOS		VANO	SERIE	VANO CÁLCULO	ZONA	Tense a - 15°C + Hielo (daN)	Tense EDS (15°C) (daN)	Tense Flecha Máxima (50°C) (daN)	Parámetro Flecha Máxima (50°C)	Tense Desviación de Cadenas (- 10°C+V/2) (daN)	Tense Flecha Mínima (daN)	Parámetro Flecha Mínima
	P	1	17	1	17	B	Destensado						
DRAGO 900 H4 24,00 CA	1	2	227	2	219	B	1200	503	427	1024	747	603	1446
ARCE 300 H40 30,00 CS	2	3	210		219	B	1200	503	427	1024	747	603	1446
ARCE 900 H40 27,50 CA	3	4	84	3	84	B	1200	621	340	815	994	1027	2463
ARCE 900 H40 27,50 CA	4	5	488	4	488	B	1200	473	455	1091	667	489	1173
ARCE 900 H40 23,00 CA	5	6	209	5	209	B	1200	506	424	1017	756	617	1480
ARCE 900 H40 20,70 CA	6	7	230	6	336	B	1200	481	446	1070	690	519	1245
ARCE 300 H40 30,00 CS	7	8	352		336	B	1200	481	446	1070	690	519	1245
ARCE 300 H40 23,00 CS	8	9	460		336	B	1200	481	446	1070	690	519	1245
ARCE 300 H40 30,00 CS	9	10	276		336	B	1200	481	446	1070	690	519	1245
ARCE 300 H40 30,00 CS	10	11	396		336	B	1200	481	446	1070	690	519	1245
ARCE 300 H40 25,00 CS	11	12	303		336	B	1200	481	446	1070	690	519	1245
ARCE 300 H40 30,00 CS	12	13	288		336	B	1200	481	446	1070	690	519	1245
DRAGO 300 H4 33,00 CA	13	14	232		336	B	1200	481	446	1070	690	519	1245
OLMO 275 H5 5TA CS	14	15	165	7	336	B	1200	481	446	1070	690	519	1245
ARCE 900 H40 18,45 CA	15	16	317		307	B	1200	485	443	1062	699	530	1271
ARCE 300 H40 30,00 CS	16	17	308		307	B	1200	485	443	1062	699	530	1271
ARCE 300 H40 23,00 CS	17	18	294	8	307	B	1200	485	443	1062	699	530	1271
ARCE 900 H40 20,70 CA	18	19	325		323	B	1200	483	445	1067	694	423	1254
ARCE 300 H40 25,00 CS	19	20	320		323	B	1200	483	445	1067	694	423	1254
ARCE 900 H40 18,45 CA	20	21	205	9	205	B	1200	508	423	1014	760	624	1496
ARCE 900 H40 20,70 CA	21	22	148	10	192	B	1200	513	418	1002	774	648	1554
OLMO 275 H5 5TA CS	22	23	162		192	B	1200	513	418	1002	774	648	1554
OLMO 275 H5 5TA CS	23	24	150		192	B	1200	513	418	1002	774	648	1554
ARCE 300 H40 27,50 CS	24	25	240		192	B	1200	513	418	1002	774	648	1554
ARCE 300 H40 27,50 CS	25	26	207	11	192	B	1200	513	418	1002	774	648	1554
ARCE 900 H40 25,00 CA	26	27	189		176	B	1200	521	412	988	795	685	1643
OLMO 275 H5 5TA CS	27	28	120		176	B	1200	521	412	988	795	685	1643
ARCE 300 H40 23,00 CS	28	29	192		176	B	1200	521	412	988	795	685	1643
ARCE 900 H40 25,00 CA	29	30	208	12	197	B	1200	511	420	1007	769	639	1532
OLMO 275 H5 5TA CS	30	31	148		197	B	1200	511	420	1007	769	639	1532
OLMO 275 H5 5TA CS	31	32	151		197	B	1200	511	420	1007	769	639	1532
OLMO 275 H5 5TA CS	32	33	190		197	B	1200	511	420	1007	769	639	1532
ARCE 300 H40 25,00 CS	33	34	267		197	B	1200	511	420	1007	769	639	1532
ARCE 300 H40 23,00 CS	34	35	158		197	B	1200	511	420	1007	769	639	1532
ARCE 300 H40 23,00 CS	35	36	160	13	197	B	1200	511	420	1007	769	639	1532
ARCE 900 H40 23,00 CA	36	37	330		286	B	1200	488	440	1055	707	541	1297
ARCE 300 H40 23,00 CS	37	38	165		286	B	1200	488	440	1055	707	541	1297

LÍNEA AÉREA 110 kv. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

OPGW 34F42Z													
ARMADO	APOYOS		VANO	SERIE	VANO CÁLCULO	ZONA	Tense a - 15°C + Hielo (daN)	Tense EDS (15°C) (daN)	Tense Flecha Máxima (50°C) (daN)	Parámetro Flecha Máxima (50°C)	Tense Desviación de Cadenas (- 10°C+V/2) (daN)	Tense Flecha Mínima (daN)	Parámetro Flecha Mínima
ARCE 900 H40 30,00 CA	38	39	245	14	218	B	1200	503	426	1022	748	604	1448
OLMO 275 H5 6T CS	39	40	198		218	B	1200	503	426	1022	748	604	1448
ARCE 300 H40 23,00 CS	40	41	200		218	B	1200	503	426	1022	748	604	1448
ARCE 900 H40 25,00 CA	41	42	293	15	293	B	1200	486	441	1058	704	537	1288
ARCE 900 H40 25,00 CA	42	43	205	16	205	B	1200	508	423	1014	760	624	1496
ARCE 900 H40 25,00 CA	43	44	90	17	90	B	1200	611	348	835	979	1004	2408
ARCE 900 H40 23,00 CA	44	45	262	18	262	B	1200	492	436	1046	718	557	1336
ARCE 900 H40 25,00 CA	45	46	160	19	160	B	1200	531	404	969	820	731	1753
ARCE 900 H40 27,50 CA	46	47	218	20	218	B	1200	503	426	1022	748	604	1448
ARCE 900 H40 27,50 CA	47	48	104	21	104	B	1200	590	363	871	943	947	2271
ARCE 900 H40 25,00 CS	48	49	90	22	79	B	1200	611	348	835	978	1004	2408
ARCE 300 H40 27,50 CS	49	50	59		79	B	1200	611	348	835	978	1004	2408
ARCE 900 H40 25,00 CA	50	51	313	23	276	B	1200	489	439	1053	711	547	1312
ARCE 300 H40 23,00 CS	51	52	211		276	B	1200	489	439	1053	711	547	1312
ARCE 900 H40 25,00 CA	52	53	166	24	187	B	1200	515	417	1000	780	659	1580
ARCE 300 H40 23,00 CS	53	54	203		187	B	1200	515	417	1000	780	659	1580
ARCE 900 H40 25,00 CA	54	55	167	25	155	B	1200	535	402	964	830	747	1791
ARCE 300 H40 30,00 CS	55	56	117		155	B	1200	535	402	964	830	747	1791
OLMO 610 H5 6T CS	56	57	146		155	B	1200	535	402	964	830	747	1791
OLMO 610 H5 6T CS	57	58	171		155	B	1200	535	402	964	830	747	1791
ARCE 900 H40 27,50 CA	58	59	167	26	157	B	1200	532	404	969	821	731	1753
ARCE 300 H40 27,50 CS	59	60	145		157	B	1200	532	404	969	821	731	1753
ARCE 900 H40 25,00 CA	60	61	165	27	165	B	1200	534	407	976	812	715	1715
ARCE 900 H40 30,00 CA	61	62	196	28	219	B	1200	508	422	1012	762	626	1501
ARCE 300 H40 25,00 CS	62	63	271		219	B	1200	508	422	1012	762	626	1501
ARCE 300 H40 30,00CS	63	64	198		219	B	1200	508	422	1012	762	626	1501
OLMO 610 H5 6T CS	64	65	170		219	B	1200	508	422	1012	762	626	1501
ARCE 900 H40 25,00 CA	65	66	123	29	150	B	1200	539	399	957	839	764	1832
ARCE 300 H40 30,00 CS	66	67	167		150	B	1200	539	399	957	839	764	1832
ARCE 900 H40 25,00 CA	67	68	187	30	177	B	1200	521	412	988	794	683	1638
ARCE 300 H40 30,00 CS	68	69	196		177	B	1200	521	412	988	794	683	1638
ARCE 300 H40 30,00 CS	69	70	127		177	B	1200	521	412	988	794	683	1638
OLMO 610 H5 6T CS	70	71	175		177	B	1200	521	412	988	794	683	1638
ARCE 900 H40 27,50 CA	71	72	143	31	143	B	1200	545	395	947	852	789	1892
ARCE 900 H40 27,50 CA	72	73	187	32	173	B	1200	528	407	976	813	719	1724
ARCE 300 H40 30,00 CS	73	74	153		173	B	1200	528	407	976	813	719	1724
DRAGO 900 H4 18,00 CA	74	P2	22	33	22	B	Destensado						

3- CÁLCULO CADENAS DE AISLAMIENTO

Tal y como se explicó en el apartado 13.2.3 referente al aislamiento, los aisladores utilizados en este proyecto serán de vidrio del tipo caperuza vástago (CEI -305).

Con el objetivo de elegir el tipo de aisladores y determinar el número necesario se llevan a cabo cálculos eléctricos y mecánicos.

3.1- CÁLCULO ELÉCTRICO

El apartado 4.4 de la ITC 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión establece las pautas eléctricas que deben ser consideradas para la elección del aislamiento.

En primer lugar, es necesario determinar el nivel de contaminación presente en la zona afectada por la instalación. El entorno afectado por este proyecto se caracteriza por ser una zona montañosa con baja densidad tanto de industrias como de viviendas. Por lo tanto, acorde a la tabla 14 de la ITC 07 del RLAT, se ha elegido un nivel de contaminación I, ligero. Esta tabla establece que, para el nivel de contaminación elegido, la línea de fuga específica nominal mínima es de 16mm/kV.

A partir de la línea de fuga mínima, se puede definir la línea de fuga total fase-tierra como:

$$\text{Línea de fuga total} = U_{\max} \cdot \text{Línea de fuga mínima}$$

Siendo:

- U_{\max} = la tensión máxima compuesta de la red, en kV.

En el caso del presente proyecto, para una tensión máxima de 123 kV y la línea de fuga mínima elegida, se obtiene una línea de fuga total de 1968 mm.

3.2- CÁLCULO MECÁNICO

Según se indica en el apartado 3.4 de la ITC 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, el coeficiente de seguridad mecánica para el aislamiento no será inferior a 3, tanto para cadenas de suspensión como para cadenas de amarre.

Ambos tipos de cadenas han de soportar el peso del conductor. El peso del conductor varía según las condiciones meteorológicas que se pueden dar en la zona, viéndose afectado por sobrecargas de viento o hielo. El caso más desfavorable corresponde a una sobrecarga por hielo, resultando el peso del conductor:

$$p_a = p + p_h$$

Donde:

$$p_h = 0,18 \cdot \sqrt{d}$$

Siendo:

- d: diámetro del cable, en mm.
- p: peso propio del conductor, en daN/m.

El conductor utilizado en este proyecto, LA-280, tiene un peso propio de 0,956 daN/m, dando lugar a un peso aparente de 1,796 daN/m.

Una vez calculado el peso aparente por unidad de longitud, se obtendrá el peso soportado por una cadena de aislamiento en el caso más desfavorable. La situación más desfavorable corresponde con el vano más largo. En este caso, el vano más largo tiene una longitud de 488 metros, quedando un peso de 876,448 daN.

Además, en el caso de cadenas de amarre se comprueba que la carga de rotura del aislador es mayor, con un coeficiente de seguridad de 3, que la carga máxima que puede transmitir el conductor que, como se analizará en el cálculo mecánico del conductor del Anexo I, es la carga de rotura dividida por un coeficiente de seguridad de 4,22.

$$\frac{\text{Carga de rotura del LA} - 280}{4,22} < \frac{\text{Carga rotura del aislador}}{3}$$

$$2002,37 \text{ daN} < \frac{\text{Carga rotura del aislador}}{3}$$

3.3- ELECCIÓN DEL TIPO Y NÚMERO DE AISLADORES

Una vez analizados los requisitos eléctricos y mecánicos que han de cumplir los aisladores, se procede a la elección de un aislador para cada tipo de cadena.

El número de aisladores se determinará mediante la siguiente expresión.

$$N^{\circ} \text{ aisladores} = \left(\frac{NA \cdot U_{max}}{\text{línea de fuga por aislador}} \right) + 1$$

Donde:

- NA= nivel de aislamiento en mm/kV.
- U_{max} = la tensión máxima compuesta de la red, en kV.

CADENAS DE SUSPENSIÓN

Las cadenas empleadas en los apoyos de suspensión serán de dos tipos, cadenas de suspensión sencilla para apoyos normales y cadenas de suspensión doble para apoyos de seguridad reforzada, ambas lógicamente para conductor simple.

Teniendo en cuenta el peso aparente que ha de soportar, se ha elegido el aislador U-70-BL para las cadenas de suspensión, cuyas propiedades se exponen a continuación:

- Tipo de Aislador: U 70 BL
- Material Vidrio Templado
- Diámetro nominal máximo de la parte aislante 255 mm
- Paso: 146 mm
- Longitud de línea por unidad: 320 mm
- Norma de acoplamiento: 16 A
- Carga de rotura mínima: 70 kN
- Peso de un elemento 3,4 daN

Utilizando la expresión anterior para el cálculo del número de aisladores, se obtiene que sean necesarios 8 aisladores. En las cadenas de suspensión doble, se colocarán 8 aisladores por cada cadena.

CADENAS DE AMARRE

Para las cadenas de amarre, se ha elegido el aislador U-100-BL, ya que de esta forma además de cumplir con la carga de rotura normal calculada, cumpliremos con la carga de rotura de seguridad reforzada y la exigida por el reglamento para zonas con cruzamientos, las cuales exigen aumentar la carga de rotura un 25%. Sus propiedades se exponen a continuación:

- Tipo de Aislador: U 100 BL
- Material Vidrio Templado
- Diámetro nominal máximo de la parte aislante 255 mm
- Paso: 146 mm
- Longitud de línea por unidad: 320 mm
- Norma de acoplamiento: 16 A
- Carga de rotura mínima: 100 kN
- Peso de un elemento 3,675 daN

La cadena de aislamiento de amarre estará formada por 8 aisladores.

En el Documento de Planos se adjunta el detalle de las cadenas de aislamiento a instalar.

3.4- COMPROBACIÓN DE LAS CADENAS ELEGIDAS

La tabla 12 del apartado 4.4 de la ITC 07 del RLAT establece unos valores mínimos de tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial y una tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo mínimas que deben soportar los aisladores.

Para la tensión máxima de la línea objeto de este proyecto, esos valores mínimos son los indicados a continuación:

- Tensión más elevada: 123 kV
- Tensión a frecuencia industrial: 230k V
- Tensión soportada al impulso tipo rayo: 550 Kv

El catálogo de los aisladores elegidos, en nuestro proyecto catálogo de SGD La Granja, ofrece los valores que soportan, dependiendo del número de aisladores que forman la cadena. Para el caso de las cadenas elegidas, estos valores son:

 AISLADOR 	 U-70-BL 	 U-100-BL
Tensión a frecuencia industrial (kV)	300	300
Tensión a impulso tipo rayo (kV)	660	660
Longitud línea de fuga (mm)	2560	2560

Tabla 3.4. Valores eléctricos para 8 aisladores

Comparando los valores de la tabla con los valores mínimos anteriormente comentados, se comprueba que el tipo de aislador elegido es válido. También se observa que la longitud de la línea de fuga es superior a la mínima establecida en el apartado 3.1.

4- CÁLCULO DE LOS APOYOS

Para el dimensionamiento de cada uno de los apoyos se han considerado las acciones de cargas y sobrecargas que recoge el Reglamento de Líneas de Alta Tensión para las zonas B y C y combinadas en la forma y condiciones especificadas en el apartado 3 de la ITC-LAT 07 del citado reglamento.

4.1- ACCIONES A CONSIDERAR

De acuerdo con el Capítulo 3 de la ITC-07 del vigente Reglamento de Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT), las acciones a considerar son las siguientes.

1) Cargas permanentes (Cap. 3.1.1)

Se consideran las cargas verticales debidas al peso propio de los conductores, cable de tierra (si lo hubiere), aisladores, herrajes, apoyos y cimentaciones.

2) Sobrecarga de viento (Cap. 3.1.2)

Se considera un viento horizontal de 120 km/h actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que índice (conductores, cable de tierra y apoyos).

3) Sobrecarga de hielo (Cap. 3.1.3)

Se considerará sometidos los conductores y cables de tierra a una sobrecarga de un manguito de hielo de valor de $0,18 \times v_d$ daN por metro lineal para la Zona B, siendo d el diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros.

4) Desequilibrio de tracciones (Cap. 3.1.4)

Los mínimos desequilibrios de tracciones a considerar según la función que cumple el apoyo son los siguientes:

- Apoyos con cadena de suspensión15% tracción máx. de todos conductores
- Apoyos de amarre/ángulo25% tracción máx. de todos conductores
- Apoyos de anclaje/ángulo:.....50% tracción máx. de todos conductores
- Apoyos fin de línea:100% tracción máx. de todos conductores

5) Rotura de un conductor (Cap. 3.1.5)

Se considera la torsión más desfavorable que produce la rotura de un conductor.

- Apoyos con cadena de suspensión50% tracción máx. de un conductor
- Apoyos de amarre/ángulo100% tracción máx. de un conductor
- Apoyos de anclaje/ángulo:.....100% tracción máx. de un conductor
- Apoyos fin de línea:100% tracción máx. de un conductor

6) Esfuerzo de ángulo en sollicitación de viento (Cap. 3.1.6)

Se considera el esfuerzo resultante de ángulo de las tracciones de todos los conductores y cable de tierra correspondiente a la hipótesis de viento a la temperatura para la zona B de -10° C.

4.2- HIPÓTESIS DE CÁLCULO

La aplicación de las siguientes fórmulas da lugar a la tabla de cálculo de apoyos, respetándose los coeficientes de seguridad reglamentados.

Según el Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, apartado 5.3 de la ITC-LAT 07, se ha considerado un 25 % superior los coeficientes de seguridad de cimentaciones, apoyos y crucetas para las hipótesis normales en el caso de cruzamientos (seguridad reforzada).

ZONA DEL CÁLCULO B Y C

TIPO DE APOYOS	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo + Viento)		
Suspensión de Alineación o Suspensión de ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica				Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.1)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica				Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.1)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará: 1ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10°C en zona B y -15°C en zona C. Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15°C en zona B y -20°C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 20 Hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.						

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo longitudinal

T = Esfuerzo transversal

LÍNEA AÉREA 110 kV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

TIPO DE APOYOS	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de coductores)
			(Hielo)	(Hielo + Viento)		
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica			Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3)
Fin de línea	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	No aplica	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	No aplica	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.		No aplica
	L	Desequilibrio de traccione(apdo. 3.1.4.4)	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4)			Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4)

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:
1ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10°C en zona B y -15°C en zona C.
Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15°C en zona B y -20°C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2º Hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo longitudinal

T = Esfuerzo transversal

4.3- TABLAS DE CÁLCULO DE APOYOS

1ª Hipótesis:

Los esfuerzos útiles horizontal de los apoyos en esta hipótesis (E_H RESIST), son coincidentes con un viento de 120 km/h sobre el apoyo, con un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,5, excepto aquellos apoyos de seguridad Reforzada, con un coeficiente de seguridad de 1,875.

N° APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	EOLOV.	ÁNGULO	PRIMERA HIPÓTESIS (daN)					
						FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
						Vertical	Transversal	Longitudinal	Vertical	Transversal	Longitudinal
1	Principio de Línea	DRAGO 900 H4 24,00 CA	REF	122	180,00	-73,34	159,99	1650	-62,34	115,51	1038
2	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	218,5	180,00	320,66	256,3	0	127,17	182,23	0
3	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	147	180,00	303,37	196,5	0	104,41	122,6	0
4	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	REF	286	180,00	489,97	329,88	0	185,92	238,52	0
5	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	REF	348	180,00	374,34	397,46	0	135,04	290,23	0
6	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	N	219,5	180,00	633,14	971,29	369,26	228,76	680,39	284,56
7	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	291	180,00	341,26	335,33	0	136,05	242,69	0
8	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	406	180,00	437,75	460,68	0	188,92	338,6	0
9	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	368	180,00	419,52	437,39	0	151,84	306,91	0
10	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	336	180,00	501,01	402,51	0	187,65	280,22	0
11	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	349,5	180,00	250,73	417,23	0	77,92	291,48	0
12	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	295,5	180,00	308,28	376,5	0	121,56	246,45	0
13	Alineación/Suspensión	DRAGO 300 H4 33,00 CA	N	260	180,00	206,94	301,54	0	77,17	216,84	0
14	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	N	198,5	180,00	366,65	234,5	0	147,41	165,55	0
15	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 18,45 CA	N	241	189,14	318,55	564,09	0	127,72	368,18	0
16	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	312,5	180,00	252,5	358,76	0	97,04	260,63	0
17	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	301	180,00	257,5	346,23	0	112,42	251,03	0
18	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	REF	309,5	180,00	508,38	355,49	0	210,79	258,12	0
19	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	322,5	180,00	240,64	369,66	0	91,8	268,97	0
20	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 18,45 CA	REF	262,5	194,00	559,44	724,6	0	216,46	471,88	0
21	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	N	176,5	162,00	196,84	1175,46	522,85	19,12	769,09	377,06
22	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	155	180,00	140,25	187,09	0	48,11	129,27	0
23	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	156	180,00	226,57	188,18	0	86,1	130,1	0
24	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	195	180,00	168,46	230,69	0	60,39	162,63	0
25	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	223,5	180,00	189,18	261,75	0	69,46	186,4	0
26	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	198	165,16	217,46	748,16	0	83,41	486,65	0
27	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	N	154	180,00	198,85	186	0	73,91	128,44	0
28	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	156	180,00	245,74	188,18	0	94,54	130,1	0
29	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	REF	200	192,00	178,81	600,65	0	64,9	385,03	0
30	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	178	180,00	291,45	212,16	0	114,55	148,45	0
31	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	149,5	180,00	223,26	181,09	0	84,65	124,68	0
32	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	170,5	180,00	264,93	222,12	0	158,56	142,2	0

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

Nº APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	EOLOV.	ÁNGULO	PRIMERA HIPÓTESIS (daN)					
						FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
						Vertical	Transversal	Longitudinal	Vertical	Transversal	Longitudinal
33	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	228,5	180,00	210,91	285,34	0	60,54	190,57	0
34	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	212,5	180,00	208,88	249,76	0	78,11	177,23	0
35	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	159	180,00	230,01	191,45	0	87,59	132,61	0
36	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	N	245	195,23	344,2	719,77	0	137,52	477,62	0
37	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	247,5	180,00	270,94	287,91	0	105,29	206,42	0
38	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 30,00 CA	REF	205	164,00	469,87	1157,07	176,18	140,98	820,66	250,05
39	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	REF	221,5	180,00	238,29	277,71	0	72,64	184,73	0
40	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	199	180,00	332,07	235,05	0	132,29	165,97	0
41	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	246,5	151,00	124,58	1105,91	0	24,28	708,16	0
42	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	249	180,00	213,53	307,68	0	64,41	207,67	0
43	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	147	162,00	458,79	728,04	0	171,74	539,59	0
44	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	N	176	180,00	339,92	228,11	0	120,35	146,78	0
45	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	211	213,11	291,32	1212,66	0	97,75	772,26	0
46	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	189	180,00	-0,43	242,28	0	-29,27	157,63	0
47	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	161	180,00	358,81	211,76	0	128,72	134,27	0
48	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CS	N	97	158,40	131,64	768,89	0	44,54	486,46	0
49	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	74,5	180,00	377,8	99,34	0	152,73	62,13	0
50	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	186	180,00	-61,56	220,88	0	-56,25	155,12	0
51	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	262	180,00	392,93	303,72	0	158,8	218,51	0
52	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	188,5	180,00	39,41	241,74	0	-11,68	157,21	0
53	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	184,5	180,00	296,27	219,24	0	116,63	153,87	0
54	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	185	167,40	248,33	507,85	0	78,42	311,44	0
55	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	142	180,00	44,98	172,92	0	44,98	118,43	0
56	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	131,5	180,00	125,76	161,47	0	41,81	109,67	0
57	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	158	180,00	184,56	190,36	0	67,6	131,77	0
58	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	169	180,00	474,73	220,48	0	179,84	140,95	0
59	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	156	180,00	139,18	188,18	0	47,63	130,1	0
60	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	155	180,00	76,46	205,22	0	2,89	129,27	0
61	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 30,00 CA	N	180,5	159,86	341,84	229,97	0	116,21	583,32	0
62	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	233,5	180,00	216,94	290,79	0	63,21	194,74	0
63	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00CS	REF	234,5	180,00	453,48	291,88	0	167,17	195,57	0
64	Alineación/Suspensión	OLMO 275H5 6T CS	N	184	180,00	215,44	202,35	0	81,09	140,95	0
65	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	146,5	180,00	5,19	195,96	0	-0,93	122,18	0
66	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	145	180,00	304,87	176,19	0	-28,38	122,18	0
67	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	177	156,58	118,69	899,08	0	32,8	568,99	0
68	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	191,5	180,00	185,48	226,87	0	67,89	147,62	0
69	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	161,5	180,00	159,15	194,17	0	56,41	134,69	0
70	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	151	180,00	284,34	182,73	0	111,51	125,93	0
71	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	159	194,57	500,76	631,25	0	151,18	398,11	0
72	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	REF	165	180,00	97,04	216,12	0	10,58	137,61	0
73	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	170	180,00	206,02	221,57	0	58,59	141,78	0
74	Final de línea	DRAGO 900 H4 18,00 CA	REF	87,5	180,00	92,47	119,66	1671	10,65	63,8	1053

LÍNEA AÉREA 110 kV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA
ANEXO I
2ª Hipótesis:

Los esfuerzos útiles verticales y horizontales de los apoyos en esta hipótesis (EH RESIST.), llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,5.

Nº APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	EOLOV.	ÁNGULO	SEGUNDA HIPÓTESIS (daN)					
						FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
						Vertical	Transversal	Longitudinal	Vertical	Transversal	Longitudinal
1	Principio de Línea	DRAGO 900 H4 24,00 CA	REF	122	180,00	-194,98	0	2000	-159,25	0	1200
2	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	218,5	180,00	567,47	0	0	320,88	0	0
3	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	147	180,00	457,83	0	0	256,75	0	0
4	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	REF	286	180,00	796,19	0	0	459,82	0	0
5	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	REF	348	180,00	597,49	0	0	340,23	0	0
6	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	N	219,5	180,00	1109,69	842,25	138,92	582,22	590,88	104
7	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	291	180,00	606,01	0	0	343,88	0	0
8	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	406	180,00	788	0	0	452,9	0	0
9	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	368	180,00	717,33	0	0	385,45	0	0
10	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	336	180,00	812,44	0	0	442,57	0	0
11	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	349,5	180,00	402,41	0	0	196,53	0	0
12	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	295,5	180,00	545,27	0	0	307,43	0	0
13	Alineación/Suspensión	DRAGO 300 H4 33,00 CA	N	260	180,00	356,65	0	0	194,32	0	0
14	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	N	198,5	180,00	649,38	0	0	370,05	0	0
15	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 18,45 CA	N	241	189,14	561,5	318,71	0	318,8	191,22	0
16	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	312,5	180,00	442,06	0	0	245,48	0	0
17	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	301	180,00	284,34	0	0	284,34	0	0
18	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	REF	309,5	180,00	917,4	0	0	532,23	0	0
19	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	322,5	180,00	420,02	0	0	232,24	0	0
20	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 18,45 CA	REF	262,5	194,00	978,79	491,48	0	546,06	294,89	0
21	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	N	176,5	162,00	237,64	165,9	612,83	10,91	-10,24	459,62
22	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	REF	155	180,00	232,72	0	0	120,13	0	0
23	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	REF	156	180,00	388,99	0	0	213,89	0	0
24	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	195	180,00	286,38	0	0	152,26	0	0
25	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	223,5	180,00	323,58	0	0	174,53	0	0
26	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	198	165,16	413,53	516,56	0	207,01	309,94	0
27	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	N	154	180,00	338,67	0	0	183,7	0	0
28	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	156	180,00	424,19	0	0	235,01	0	0
29	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	REF	200	192,00	343,55	418,11	0	163,21	250,87	0
30	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	REF	178	180,00	509,4	0	0	286,1	0	0
31	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	REF	149,5	180,00	383,26	0	0	210,46	0	0
32	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	REF	170,5	180,00	425,74	0	0	210,81	0	0
33	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	228,5	180,00	329,51	0	0	152,98	0	0
34	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	212,5	180,00	359,81	0	0	196,29	0	0
35	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	159	180,00	396,04	0	0	218,11	0	0
36	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	N	245	195,23	647,95	530,04	0	345,78	318,02	0

LÍNEA AÉREA 110 kv. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

N° APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	EOLOV.	ÁNGULO	SEGUNDA HIPÓTESIS (daN)					
						FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
						Vertical	Transversal	Longitudinal	Vertical	Transversal	Longitudinal
37	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	247,5	180,00	474,94	0	0	265,31	0	0
38	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 30,00 CA	REF	205	164,00	555,22	176,75	138,92	256,71	-256,87	104,19
39	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	REF	221,5	180,00	378,95	0	0	182,66	0	0
40	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	199	180,00	585,42	0	0	331,67	0	0
41	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	246,5	151,00	175,08	984,6	0	62,05	590,76	0
42	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	249	180,00	341,08	0	0	163,46	0	0
43	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	147	162,00	783,57	984,6	0	427,3	590,76	0
44	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	N	176	180,00	567,23	0	0	299,26	0	0
45	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	211	213,11	475,86	1139,97	0	243,1	683,98	0
46	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	189	180,00	-54,49	0	0	-73,79	0	0
47	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	161	180,00	602,9	0	0	320,69	0	0
48	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CS	N	97	158,40	359,7	749,53	0	196,41	449,72	0
49	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	74,5	180,00	643,15	0	0	366,51	0	0
50	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	186	180,00	-145,77	0	0	-128,55	0	0
51	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	262	180,00	701,22	0	0	401,06	0	0
52	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	188,5	180,00	15,15	0	0	-32,01	0	0
53	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	184,5	180,00	518,17	0	0	291,35	0	0
54	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	185	167,40	399,11	438,94	0	196,57	263,36	0
55	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	142	180,00	218,6	0	0	111,68	0	0
56	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	131,5	180,00	204,73	0	0	103,37	0	0
57	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	158	180,00	312,91	0	0	168,24	0	0
58	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	169	180,00	808,38	0	0	443,96	0	0
59	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	156	180,00	230,49	0	0	118,79	0	0
60	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	155	180,00	74,05	0	0	24,92	0	0
61	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 30,00 CA	N	180,5	159,86	568,24	700,78	0	298,05	420,47	0
62	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	233,5	180,00	340,59	0	0	159,62	0	0
63	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00CS	REF	234,5	180,00	774,19	0	0	419,78	0	0
64	Alineación/Suspensión	OLMO 275H5 6T CS	N	184	180,00	370,52	0	0	202,76	0	0
65	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	146,5	180,00	26,31	0	0	-3,7	0	0
66	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	145	180,00	532,74	0	0	300,15	0	0
67	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	177	156,58	161,24	811,83	0	53,86	487,1	0
68	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	191,5	180,00	316,35	0	0	170,24	0	0
69	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	161,5	180,00	266,74	0	0	140,53	0	0
70	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	151	180,00	494,25	0	0	277,05	0	0
71	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	159	194,57	855,48	507,22	0	470,43	304,33	0
72	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	REF	165	180,00	126,9	0	0	31,52	0	0
73	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	170	180,00	318,45	0	0	146,44	0	0
74	Final de línea	DRAGO 900 H4 18,00 CA	REF	87,5	180,00	109,76	0	2000	23,66	0	1200

LÍNEA AÉREA 110 kV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

3ª Hipótesis:

Los esfuerzos útiles verticales y horizontales de los apoyos en esta hipótesis (EH RESIST.), llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

Nº APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	EOLOV.	ÁNGULO	TERCERA HIPÓTESIS (daN)					
						FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
						Vertical	Transversal	Longitudinal	Vertical	Transversal	Longitudinal
1	Principio de Línea	DRAGO 900 H4 24,00 CA	REF	122	180,00	0	0	0	0	0	0
2	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	218,5	180,00	567,47	0	300	320,88	0	180
3	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	147	180,00	457,83	0	1000	256,75	0	600
4	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	REF	286	180,00	796,19	0	1000	459,82	0	600
5	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	REF	348	180,00	597,49	0	1000	340,23	0	600
6	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	N	219,5	180,00	1109,69	805,88	1138,92	582,22	590,88	704,19
7	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	291	180,00	606,01	0	1000	343,88	0	600
8	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	406	180,00	788	0	300	452,9	0	180
9	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	368	180,00	717,33	0	300	385,45	0	180
10	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	336	180,00	812,44	0	300	442,57	0	180
11	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	349,5	180,00	402,41	0	300	196,53	0	180
12	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	295,5	180,00	545,27	0	300	307,43	0	180
13	Alineación/Suspensión	DRAGO 300 H4 33,00 CA	N	260	180,00	356,65	0	300	194,32	0	180
14	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	N	198,5	180,00	649,38	0	300	370,05	0	180
15	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 18,45 CA	N	241	189,14	561,5	318,71	1000	318,8	191,22	598
16	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	312,5	180,00	442,06	0	300	245,48	0	180
17	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	301	180,00	284,34	0	300	284,34	0	180
18	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	REF	309,5	180,00	917,4	0	1000	532,23	0	600
19	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	322,5	180,00	420,02	0	300	232,24	0	180
20	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 18,45 CA	REF	262,5	194,00	978,79	491,48	1000	546,06	294,89	596
21	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	N	176,5	162,00	208,24	111,5	1612,83	10,91	-10,24	1052,24
22	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	REF	155	180,00	232,72	0	300	120,13	0	180
23	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	REF	156	180,00	388,99	0	300	213,89	0	180
24	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	195	180,00	286,38	0	300	152,26	0	180
25	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	223,5	180,00	323,58	0	300	174,53	0	180
26	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	198	165,16	413,53	516,56	1000	207,01	309,94	595
27	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	N	154	180,00	338,67	0	300	183,7	0	180
28	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	156	180,00	424,19	0	300	235,01	0	180
29	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	REF	200	192,00	343,55	418,11	1000	163,21	250,87	597
30	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	REF	178	180,00	509,4	0	300	286,1	0	180
31	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	REF	149,5	180,00	383,26	0	300	210,46	0	180
32	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 STA CS	REF	170,5	180,00	425,74	0	300	210,81	0	180
33	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	228,5	180,00	329,51	0	300	152,98	0	180
34	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	212,5	180,00	359,81	0	300	196,29	0	180
35	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	159	180,00	396,04	0	300	218,11	0	180
36	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	N	245	195,23	647,95	530,04	1000	345,78	318,02	595

LÍNEA AÉREA 110 kv. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

N° APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	EOLOV.	ÁNGULO	TERCERA HIPÓTESIS (daN)					
						FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
						Vertical	Transversal	Longitudinal	Vertical	Transversal	Longitudinal
37	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	247,5	180,00	474,94	0	300	265,31	0	180
38	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 30,00 CA	REF	205	164,00	555,22	231,16	1138,92	256,71	-256,87	698,35
39	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	REF	221,5	180,00	378,95	0	300	182,66	0	180
40	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	199	180,00	585,42	0	300	331,67	0	180
41	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	246,5	151,00	175,08	984,6	1000	62,05	590,76	582
42	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	249	180,00	341,08	0	1000	163,46	0	600
43	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	147	162,00	783,57	625,74	1000	427,3	375,44	593
44	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	N	176	180,00	567,23	0	1000	299,26	0	600
45	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	211	213,11	475,86	1139,97	1000	243,1	683,98	575
46	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	189	180,00	-54,49	0	1000	-73,79	0	600
47	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	161	180,00	602,9	0	1000	320,69	0	600
48	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CS	N	97	158,40	359,7	749,53	300	196341	449,72	177
49	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	74,5	180,00	643,15	0	300	366,51	0	180
50	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	186	180,00	-145,77	0	1000	-128,55	0	600
51	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	262	180,00	701,22	0	300	401,06	0	180
52	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	188,5	180,00	15,15	0	1000	-32,01	0	600
53	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	184,5	180,00	518,17	0	300	291,35	0	180
54	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	185	167,40	399,11	438,94	1000	196,57	263,36	596
55	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	142	180,00	218,6	0	300	111,68	0	180
56	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	131,5	180,00	204,73	0	1000	103,37	0	180
57	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	158	180,00	312,91	0	300	168,24	0	180
58	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	169	180,00	808,38	0	1000	443,96	0	600
59	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	156	180,00	230,49	0	300	118,79	0	180
60	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	155	180,00	74,05	0	1000	24,92	0	600
61	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 30,00 CA	N	180,5	159,86	568,24	700,78	1000	298,05	420,47	591
62	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	233,5	180,00	340,59	0	300	159,62	0	180
63	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00CS	REF	234,5	180,00	774,19	0	300	419,78	0	180
64	Alineación/Suspensión	OLMO 275H5 6T CS	N	184	180,00	370,52	0	300	202,76	0	180
65	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	146,5	180,00	26,31	0	1000	-3,7	0	600
66	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	145	180,00	532,74	0	300	300,15	0	180
67	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	177	156,58	161,24	811,83	1000	53,86	487,1	588
68	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	191,5	180,00	316,35	0	1000	170,24	0	180
69	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	161,5	180,00	266,74	0	300	140,53	0	180
70	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	151	180,00	494,25	0	300	277,05	0	180
71	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	159	194,57	855,48	507,22	1000	470,43	304,33	595
72	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	REF	165	180,00	126,9	0	300	31,52	0	600
73	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	170	180,00	318,45	0	300	146,44	0	180
74	Final de línea	DRAGO 900 H4 18,00 CA	REF	87,5	180,00	0	0	0	0	0	0

LÍNEA AÉREA 110 kV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA
ANEXO I
4ª Hipótesis:

Los esfuerzos útiles verticales y horizontales de los apoyos en esta hipótesis (EH RESIST.), llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

Nº APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	EOLOV.	ÁNGULO	CUARTA HIPÓTESIS FASE ROTA (daN)								
						FASE CONDUCTOR ROTO			FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
						V	T	L	V	T	L	V	T	L
1	Principio de Línea	DRAGO 900 H4 24,00 CA	REF	122	180,00	-97,49	0	0	-194,98	0	4000	-160	0	2400
2	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	218,5	180,00	283,735	0	1000	567,47	0	0	320,88	0	0
3	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	147	180,00	228,915	0	2000	457,83	0	0	256,75	0	0
4	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	REF	286	180,00	398,095	0	2000	796,19	0	0	459,82	0	0
5	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	REF	348	180,00	298,745	0	2000	597,49	0	0	340,23	0	0
6	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	N	219,5	180,00	554,85	787,84	2138,92	1109,69	787,84	138,92	582,22	590,88	0
7	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	291	180,00	303,005	0	1000	606,01	0	0	343,88	0	0
8	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	406	180,00	394	0	1000	788	0	0	452,9	0	0
9	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	368	180,00	358,665	0	1000	717,33	0	0	385,45	0	0
10	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	336	180,00	406,22	0	1000	812,44	0	0	442,57	0	0
11	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	349,5	180,00	201,205	0	1000	402,41	0	0	196,53	0	0
12	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	295,5	180,00	272,635	0	1000	545,27	0	0	307,43	0	0
13	Alineación/Suspensión	DRAGO 300 H4 33,00 CA	N	260	180,00	178,325	0	1000	356,65	0	0	194,32	0	0
14	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	N	198,5	180,00	324,69	0	1000	649,38	0	0	370,05	0	0
15	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 18,45 CA	N	241	189,14	280,75	79,675	1993,64	561,5	159,35	0	318,8	191,22	0
16	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	312,5	180,00	221,03	0	1000	442,06	0	0	245,48	0	0
17	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	301	180,00	142,17	0	1000	284,34	0	0	284,34	0	0
18	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	REF	309,5	180,00	458,7	0	2000	917,4	0	0	532,23	0	0
19	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	322,5	180,00	210,01	0	1000	420,02	0	0	232,24	0	0
20	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 18,45 CA	REF	262,5	194,00	489,395	122,87	1985,09	978,79	245,74	0	546,06	294,89	0
21	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	N	176,5	162,00	104,12	201,36	1975,38	208,24	111,5	612,83	16,28	375,43	0
22	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	155	180,00	116,36	0	1000	232,72	0	0	120,13	0	0
23	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	156	180,00	194,495	0	1000	388,99	0	0	213,89	0	0
24	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	195	180,00	143,19	0	1000	286,38	0	0	152,26	0	0
25	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	223,5	180,00	161,79	0	1000	323,58	0	0	174,53	0	0
26	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	198	165,16	206,765	258,28	1983,25	413,53	516,56	0	202	309,94	0
27	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	N	154	180,00	169,335	0	1000	338,67	0	0	183,7	0	0
28	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	156	180,00	212,095	0	1000	424,19	0	0	235,01	0	0
29	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	REF	200	192,00	171,775	104,53	1989,04	343,55	209,06	0	178	250,87	0
30	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	178	180,00	254,7	0	1000	509,4	0	0	286,1	0	0
31	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	149,5	180,00	191,63	0	1000	383,26	0	0	210,46	0	0
32	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	170,5	180,00	212,87	0	1000	425,74	0	0	210,81	0	0
33	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	228,5	180,00	164,755	0	1000	329,51	0	0	152,98	0	0
34	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	212,5	180,00	179,905	0	1000	359,81	0	0	196,29	0	0
35	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	159	180,00	198,02	0	1000	396,04	0	0	218,11	0	0
36	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	N	245	195,23	323,975	265,02	1982,36	647,95	530,04	0	345,78	318,02	0

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

Nº APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	EOLOV.	ÁNGULO	CUARTA HIPÓTESIS FASE ROTA (daN)								
						FASE CONDUCTOR ROTO			FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
						V	T	L	V	T	L	V	T	L
37	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	247,5	180,00	237,47	0	1000	474,94	0	0	265,31	0	0
38	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 30,00 CA	REF	205	164,00	262,08	509,5	2119,45	555,22	231,16	138,92	262,08	334,01	0
39	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	REF	221,5	180,00	189,475	0	1000	378,95	0	0	182,66	0	0
40	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	199	180,00	292,71	0	1000	585,42	0	0	331,67	0	0
41	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	246,5	151,00	87,54	492,3	1938,46	175,08	984,6	0	62,05	590,76	0
42	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	249	180,00	170,54	0	2000	341,08	0	0	163,46	0	0
43	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	147	162,00	391,785	312,87	1975,38	783,57	625,74	0	427,3	375,44	0
44	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	N	176	180,00	283,615	0	2000	567,23	0	0	299,26	0	0
45	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	211	213,11	237,93	569,985	1917,09	475,86	1139,97	0	243,1	683,98	0
46	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	189	180,00	-27,245	0	2000	-54,49	0	0	-73,79	0	0
47	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	161	180,00	301,45	0	2000	602,9	0	0	320,69	0	0
48	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CS	N	97	158,40	179,85	569,985	1964,57	359,7	1139,97	0	196	449,72	0
49	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	74,5	180,00	321,575	0	1000	643,15	0	0	366,51	0	0
50	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	186	180,00	-72,885	0	2000	-145,77	0	0	-128,55	0	0
51	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	262	180,00	350,61	0	1000	701,22	0	0	401,06	0	0
52	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	188,5	180,00	7,575	0	2000	15,15	0	0	-32,01	0	0
53	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	184,5	180,00	259,085	0	1000	518,17	0	0	291,35	0	0
54	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	185	167,40	199,555	219,47	1987,92	399,11	438,94	0	196,57	263,36	0
55	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	142	180,00	109,3	0	1000	218,6	0	0	111,68	0	0
56	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	131,5	180,00	102,365	0	1000	204,73	0	0	103,37	0	0
57	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	158	180,00	156,455	0	1000	312,91	0	0	168,24	0	0
58	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	169	180,00	404,19	0	2000	808,38	0	0	443,96	0	0
59	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	156	180,00	115,245	0	1000	230,49	0	0	118,79	0	0
60	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	155	180,00	37,025	0	2000	74,05	0	0	24,92	0	0
61	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 30,00 CA	N	180,5	159,82	284,12	350,39	1969,07	568,24	700,78	0	298,05	420,47	0
62	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	233,5	180,00	170,295	0	1000	340,59	0	0	159,62	0	0
63	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00CS	REF	234,5	180,00	387,095	0	1000	774,19	0	0	419,78	0	0
64	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	184	180,00	185,26	0	1000	370,52	0	0	202,76	0	0
65	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	146,5	180,00	13,155	0	2000	26,31	0	0	-3,7	0	0
66	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	145	180,00	266,37	0	1000	532,74	0	0	300,15	0	0
67	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	177	156,58	80,62	405,915	1958,37	161,24	811,83	0	53,86	487,1	0
68	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	191,5	180,00	158,175	0	1000	316,35	0	0	170,24	0	0
69	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	161,5	180,00	133,37	0	1000	266,74	0	0	140,53	0	0
70	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	151	180,00	247,125	0	1000	494,25	0	0	277,05	0	0
71	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	159	194,57	427,74	253,61	1983,86	855,48	507,22	0	470,43	304,33	0
72	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	REF	165	180,00	63,45	0	2000	126,9	0	0	31,52	0	0
73	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	170	180,00	159,225	0	1000	318,45	0	0	146,44	0	0
74	Final de línea	DRAGO 900 H4 18,00 CA	REF	87,5	180,00	54,88	0	0	109,76	0	4000	24	0	2400

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

Nº APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	EOLOV.	ÁNGULO	CUARTA HIPÓTESIS TIERRA ROTO (daN)					
						FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
						Vertical	Transversal	Longitudinal	Vertical	Transversal	Longitudinal
1	Principio de Línea	DRAGO 900 H4 24,00 CA	REF	122	180,00	-194,98	0	4000	-80	0	0
2	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	218,5	180,00	567,47	0	0	160,44	0	600
3	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	147	180,00	457,83	0	0	128,38	0	1200
4	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	REF	286	180,00	796,19	0	0	229,91	0	1200
5	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	REF	348	180,00	908,01	0	0	170,12	0	1200
6	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	N	219,5	180,00	1109,69	787,84	138,92	291,00	295,44	1200
7	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	291	180,00	606,01	0	0	171,94	0	600
8	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	406	180,00	788	0	0	226,45	0	600
9	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	368	180,00	717,33	0	0	192,73	0	600
10	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	336	180,00	812,44	0	0	221,29	0	600
11	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	349,5	180,00	812,51	0	0	98,27	0	600
12	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	295,5	180,00	545,27	0	0	153,72	0	600
13	Alineación/Suspensión	DRAGO 300 H4 33,00 CA	N	260	180,00	365,65	0	0	97,16	0	600
14	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	N	198,5	180,00	649,38	0	0	185,03	0	600
15	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 18,45 CA	N	241	189,14	561,5	318,71	0	159,40	95,61	1196,18
16	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	312,5	180,00	442,06	0	0	122,74	0	600
17	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	301	180,00	284,34	0	0	142,17	0	600
18	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	REF	309,5	180,00	917,4	0	0	266,12	0	1200
19	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	322,5	180,00	420,02	0	0	116,12	0	600
20	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 18,45 CA	REF	262,5	194,00	978,79	245,74	0	273,03	73,72	1191,06
21	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 20,70 CA	N	176,5	162,00	208,24	111,5	612,83	8,00	187,72	1185,23
22	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	155	180,00	232,72	0	0	60,07	0	600
23	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	156	180,00	388,99	0	0	106,95	0	600
24	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	195	180,00	286,38	0	0	76,13	0	600
25	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	223,5	180,00	323,58	0	0	87,27	0	600
26	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	198	165,16	413,53	516,56	0	101,00	154,97	1983,25
27	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	N	154	180,00	338,67	0	0	91,85	0	600
28	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	REF	156	180,00	424,19	0	0	117,51	0	600
29	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	REF	200	192,00	343,55	209,06	0	89,00	62,72	1989,04
30	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	178	180,00	509,4	0	0	143,05	0	600
31	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	149,5	180,00	383,26	0	0	105,23	0	600
32	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 5TA CS	REF	170,5	180,00	425,74	0	0	105,41	0	600
33	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	228,5	180,00	329,51	0	0	76,49	0	600
34	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	212,5	180,00	359,81	0	0	98,15	0	600
35	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	159	180,00	396,04	0	0	109,06	0	600
36	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	N	245	195,23	647,95	530,04	0	172,89	159,01	1982,36

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

Nº APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	EOLOV.	ÁNGULO	CUARTA HIPÓTESIS TIERRA ROTO (daN)					
						FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
						Vertical	Transversal	Longitudinal	Vertical	Transversal	Longitudinal
37	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	247,5	180,00	474,94	0	0	132,66	0	600
38	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 30,00 CA	REF	205	164,00	555,22	231,16	138,92	131,00	167	1188,32
39	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	REF	221,5	180,00	378,95	0	0	91,33	0	600
40	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	199	180,00	585,42	0	0	165,84	0	600
41	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	246,5	151,00	175,08	984,6	0	31,03	295,38	1163,08
42	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	249	180,00	341,08	0	0	81,73	0	0
43	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	147	162,00	783,57	625,74	0	213,65	187,72	1185,23
44	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 23,00 CA	N	176	180,00	567,23	0	0	149,63	0	1200
45	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	211	213,11	475,86	1139,97	0	121,55	342	1150,26
46	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	189	180,00	-54,49	0	0	-36,90	0	1200
47	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	161	180,00	602,9	0	0	160,35	0	1200
48	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CS	N	97	158,40	359,7	1139,97	0	98,00	341,99	1178,74
49	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	74,5	180,00	643,15	0	0	183,26	0	600
50	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	186	180,00	-145,77	0	0	-64,28	0	1200
51	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	262	180,00	701,22	0	0	200,53	0	600
52	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	188,5	180,00	15,15	0	0	-16,01	0	1200
53	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 23,00 CS	N	184,5	180,00	518,17	0	0	145,68	0	600
54	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	185	167,40	399,11	438,94	0	98,29	131,68	1192,75
55	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	142	180,00	218,6	0	0	55,84	0	600
56	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	131,5	180,00	204,73	0	0	51,69	0	600
57	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	158	180,00	312,91	0	0	84,12	0	600
58	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	169	180,00	808,38	0	0	221,98	0	1200
59	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 27,50 CS	N	156	180,00	230,49	0	0	59,40	0	600
60	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	155	180,00	74,05	0	0	12,46	0	1200
61	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 30,00 CA	N	180,5	159,82	568,24	700,78	0	149,03	210,23	1181,44
62	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 25,00 CS	REF	233,5	180,00	340,59	0	0	79,81	0	600
63	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00CS	REF	234,5	180,00	774,19	0	0	209,89	0	600
64	Alineación/Suspensión	OLMO 275H5 6T CS	N	184	180,00	370,52	0	0	101,38	0	600
65	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	146,5	180,00	26,31	0	0	-1,85	0	1200
66	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	145	180,00	532,74	0	0	150,08	0	600
67	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 25,00 CA	N	177	156,58	161,24	811,83	0	26,93	243,55	1175,02
68	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	191,5	180,00	316,35	0	0	85,12	0	600
69	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	N	161,5	180,00	266,74	0	0	70,27	0	600
70	Alineación/Suspensión	OLMO 275 H5 6T CS	N	151	180,00	494,25	0	0	138,53	0	600
71	Angular/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	N	159	194,57	855,48	507,22	0	235,22	152,17	1190,31
72	Alineación/Anclaje	ARCE 900 H40 27,50 CA	REF	165	180,00	126,9	0	0	15,76	0	1200
73	Alineación/Suspensión	ARCE 300 H40 30,00 CS	REF	170	180,00	318,45	0	0	73,22	0	600
74	Final de línea	DRAGO 900 H4 18,00 CA	REF	87,5	180,00	109,76	0	4000	12	0	0

4.4- CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 98.

Se proyectan las cimentaciones de los distintos apoyos de acuerdo con la naturaleza del terreno.

El coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no es inferior a:

- Hipótesis normales 1,5
- Hipótesis anormales..... 1,2

4.4.1- Cimentación tipo monobloque

Las dimensiones de las cimentaciones de los apoyos de la serie Olmo han sido calculadas por el fabricante teniendo en cuenta todo lo que al respecto se especifica en el apartado 3.6.1 del vigente Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

Los cálculos de la cimentación se realizarán con el método de Sulzberger, un método experimental verificado en el que, para inclinaciones inferiores a $\text{tg} \alpha < 0,01$, el terreno se comporta como un cuerpo más o menos plástico elástico y su resistencia crece proporcionalmente a la profundidad de excavación.

Por lo tanto las hipótesis de cálculo se resumen en:

- El ángulo máximo que puede girar el macizo de hormigón es $\text{tg}(\alpha) = 0,01$.
- El terreno se comporta como un cuerpo plástico y elástico y por ello los desplazamientos del macizo dan origen a reacciones que le son sensiblemente proporcionales.
- Se considera que la resistencia del terreno es nula en la superficie y crece proporcionalmente a la profundidad de excavación.
- El macizo gira sobre un eje situado a 2/3 de profundidad y a 1/4 de su anchura.
- Por exigencia de la normativa de la operadora se adoptará además un coeficiente de seguridad de 1,5 o superior en la relación entre el momento de vuelco y el momento resistente.

El momento del fallo a vuelco para un esfuerzo exterior “F” en punta del apoyo es:

$$M_V = F \cdot \left(H_L + \frac{2 \cdot h}{3} \right) = F \cdot \left(H_L - \frac{1 \cdot h}{3} \right)$$

El momento estabilizador de vuelco que equilibra el momento exterior es el resultado de las fatigas que aporta la resistencia del terreno y el peso propio del bloque.

Según los estudios de la fórmula de Sulzberger el momento estabilizador tiene la expresión:

$$M_e = 139 \cdot K \cdot b \cdot h^4 + 880 \cdot a^2 \cdot b \cdot h + 0,4 \cdot P \cdot a$$

siendo:

- M_v y M_e = momento de vuelco y estabilizador respectivamente en kg x m
- $K = 12 \text{ kg/cm}^2 \times \text{cm}$ (coeficiente compresibilidad del terreno).
- P = peso del apoyo, aislamiento y conductores en kg.
- a, b, h = medidas de la cimentación en m.

Los datos de las cimentaciones se encuentran en la siguiente tabla. Las magnitudes se encuentran definidas en la figura.

OLMO 275		Compresibilidad K (kg/cm ³)
Dimensiones		K= 12
Altura 5TA H=26,00 C=1,71	h(m)	2,40
	a(m)	2,00
	V(m³)	9,60
	Hu(m)	23,80
Altura 6T H=27,75 C=1,75	h(m)	2,45
	a(m)	2,10
	V(m³)	10,80
	Hu(m)	25,50

Tabla 3.4.1. Cimentaciones Monobloque MADE

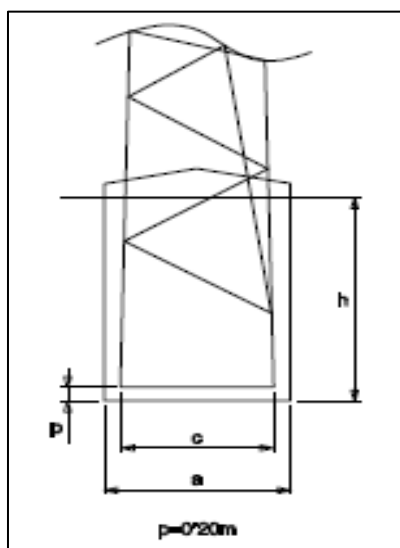


Figura 3.4.1. Cimentación Monobloque MADE

4.4.2- Cimentación tipo cuatro patas

Las cimentaciones de los apoyos de la series ARCE y DRAGO (MADE) serán de hormigón en masa, de resistencia mecánica de 200 kg/cm^2 , del tipo “Pata de Elefante”, fraccionadas en cuatro bloques independientes con un primer tramo de sección cuadrada y una expansión troncocónica en la base.

Cada bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando zócalos, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones, dichos zócalos terminarán en punta cónica para facilitar la evacuación del agua de lluvia.

Las dimensiones de las cimentaciones serán las facilitadas por el fabricante según el tipo de terreno, definido por el coeficiente de compresibilidad.

El cálculo de cimentaciones de los apoyos se realizará mediante el método conocido como de “Conos de arranque de tierras”, respetando los coeficientes de seguridad al arranque comentados anteriormente y mantener la presión sobre el terreno dentro de los límites que permitan sus características.

Dicho método consiste en que cada uno de los cuatro bloques que conforman la cimentación estará calculado para resistir el esfuerzo de arrancamiento y distribuir el de compresión en el terreno.

Cuando la pata transmita un esfuerzo de tracción (F_T) se opondrá a él el peso del propio macizo de hormigón (P_H) más el peso del cono de tierras arrancadas (P_C) con un coeficiente de seguridad de 1,5 para hipótesis normales ó 1,2 para hipótesis anormales.

$$\frac{P_H + P_C}{F_T} \geq 1,5 \text{ (ó } 1,2)$$

Cuando el esfuerzo sea de compresión (F_C), la presión ejercida por éste más el peso del bloque de hormigón sobre el fondo de la cimentación (de aérea A) deberá ser menor que la presión máxima admisible del terreno (σ):

$$\frac{F_C + P_H}{A} \geq \sigma$$

Las dimensiones de las cimentaciones serán las facilitadas por el fabricante según el tipo de terreno, definido por el coeficiente de compresibilidad, se han calculado bajo las siguientes premisas:

- Angulo de arranque de las tierras 30°
- Presión máxima sobre el terreno $2,5 \text{ kg/cm}^2$
- Densidad del terreno 1.750 kg/m^3
- Densidad del hormigón 2.200 kg/m^3

Los datos de las cimentaciones se encuentran en la siguiente tabla. Las magnitudes se encuentran definidas en la figura.

Apoyo	Altura	ϕd	D(m)	d(m)	H(m)	h(m)	V(m ³)
Arce 300	20,70	4,05	1,30	0,90	1,90	0,40	4 x 1,34
	23,00	4,35	1,30	0,90	1,90	0,40	4 x 1,34
	25,00	4,65	1,30	0,90	1,95	0,40	4 x 1,37
	27,50	4,95	1,30	0,90	1,95	0,40	4 x 1,37
	30,00	5,30	1,30	0,90	1,95	0,40	4 x 1,37
Arce 900	18,45	3,75	1,60	1,00	2,70	0,55	4 x 2,43
	20,70	4,05	1,60	1,00	2,75	0,55	4 x 2,47
	23,00	4,35	1,60	1,00	2,75	0,55	4 x 2,47
	25,00	4,65	1,60	1,00	2,80	0,55	4 x 2,51
	27,50	4,95	1,60	1,00	2,80	0,55	4 x 2,51
	30,00	5,30	1,60	1,00	2,85	0,55	4 x 2,55
Drago 300	33,00	4,65	1,30	0,90	2,20	0,40	4 x 1,53
Drago 900	18,00	5,55	1,60	1,00	2,75	0,60	4 x 2,15
	24,00	6,95	1,60	1,00	2,80	0,60	4 x 2,33

Tabla 3.4.2. Cimentaciones Fraccionada MADE

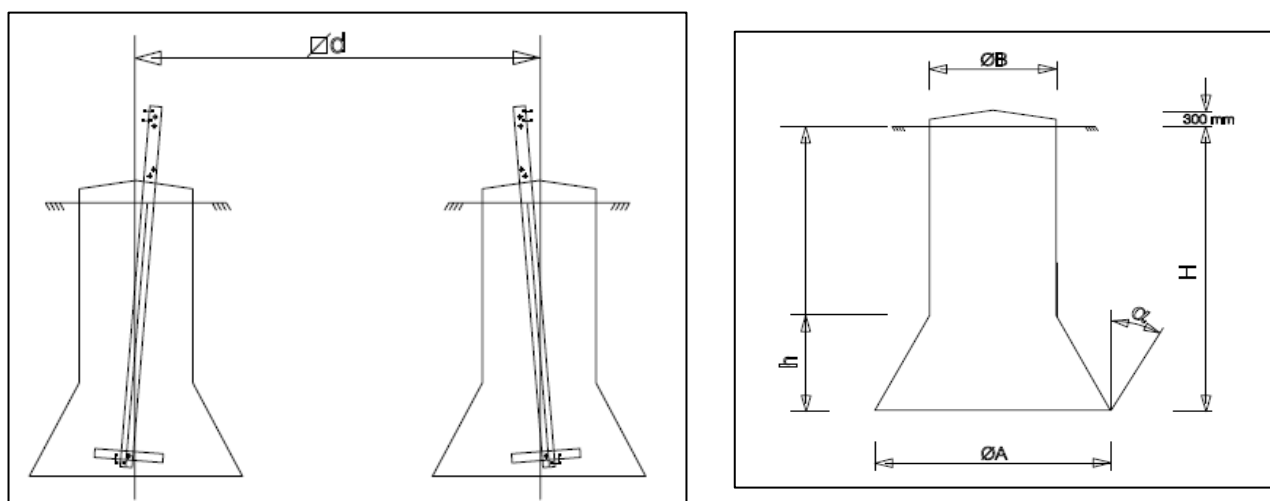


Figura 3.4.2. Cimentación Fraccionada MADE

5- CÁLCULO DE LAS PUESTAS A TIERRA DE LOS APOYOS

El sistema de puesta a tierra de los apoyos se ha calculado según lo especificado en el artículo 7 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión y siguiendo la normativa de la empresa Endesa.

Estará constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos de deban quedar puestos a tierra.

Los electrodos de puesta a tierra deberán ser de material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del terreno, de modo que puedan garantizar una tensión de contacto dentro de los niveles aceptables.

Los elementos que constituyen el sistema de puesta a tierra son:

- Línea de tierra, formada por un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección.
- Electrodo de puesta a tierra.

Mediante estos elementos que forman la puesta a tierra tenemos el objetivo de lograr una resistencia de tierra inferior a 20 Ω.

Los electrodos de puesta a tierra dispondrán de la siguiente forma:

- Electrodo de difusión vertical, formado por 4 picas con alma de acero y recubrimiento de cobre de 300 micras de espesor, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro enterrados a una profundidad de 0,8 m y unidas por conductor de cobre desnudo de sección 50 mm², que irá protegido mediante tubo de plástico rígido de 36 mm de diámetro en el tramo que discurre la cimentación. Todas las conexiones o empalmes que sea necesario realizar en el mismo se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

Para el cálculo de la puesta a tierra de un apoyo con cimentación monobloque mediante electrodo de difusión conocemos los siguientes valores:

- Resistividad (ρ) del terreno: 300 Ω.m.
- Número de picas: 4.
- Longitud de la pica: 2 m.
- Longitud del cable de cobre entre cada pica: 5 m.

Resistencia de una pica:

$$R_{p1} = R_{p2} = R_{p3} = R_{p4} = \frac{\rho}{L} = \frac{300 \, \Omega \cdot m}{2 \, m} = 150 \, \Omega$$

Resistencia total de las picas en paralelo:

$$R_T = R_{T1} // R_{T2} // R_{T3} // R_{T4} = \frac{1}{\frac{1}{R_{T1}} + \frac{1}{R_{T2}} + \frac{1}{R_{T3}} + \frac{1}{R_{T4}}} = \frac{1}{\frac{1}{150} + \frac{1}{150} + \frac{1}{150} + \frac{1}{150}} = 37,5 \Omega$$

Resistencia del conductor de cobre:

$$R_{cond} = \frac{2 \cdot \rho}{Long} = \frac{2 \cdot 300 \Omega \cdot m}{(5 \cdot 4) m} = 30 \Omega$$

Resistencia total de las picas y el conductor en paralelo:

$$R_{tot} = \frac{R_T \cdot R_{cond}}{R_T + R_{cond}} = \frac{37,5 \cdot 30}{37,5 + 30} = 16,67 \Omega < 20 \Omega$$

De modo que observamos que la resistencia de tierra para este caso cumple con lo exigido en el reglamento, donde se requiere una resistencia máxima de 20 Ω .

Para el cálculo de la puesta a tierra de un apoyo con cimentación fraccionada mediante electrodo de difusión, únicamente se modificara la longitud del cable de cobre entre cada pica de los datos de partida, el cual será de 7 metros.

Las resistencias de las picas tendrán el mismo valor que en las anteriores cimentaciones, en cambio variarán los siguientes datos que detallamos a continuación:

Resistencia del conductor de cobre:

$$R_{cond} = \frac{2 \cdot \rho}{Long} = \frac{2 \cdot 300 \Omega \cdot m}{(7 \cdot 4) m} = 21,43 \Omega$$

Resistencia total de las picas y el conductor en paralelo:

$$R_{tot} = \frac{R_T \cdot R_{cond}}{R_T + R_{cond}} = \frac{37,5 \cdot 21,43}{37,5 + 21,43} = 13,64 \Omega < 20 \Omega$$

En este caso, como era lógico, también se cumplen los requisitos del reglamento.

En las subestaciones entre las que discurre la línea Aérea, las autoválvulas están preparadas para soportar intensidades de 10 kA. La sección de los conductores de cobre será tal, que la máxima corriente que circule por ellos en caso de defecto o descarga atmosférica no lleve a estos conductores a una temperatura cercana a la de fusión, ni ponga en peligro sus empalmes y conexiones, y la corriente que soporta debe ser inferior a la dimensionada para las autoválvulas de las subestaciones.

Para justificar el dimensionamiento del diámetro del conductor, el cual hemos determinado que será de 50 mm² debemos saber que la densidad de corriente del cobre es de 160 A/mm².

$$I_{cobre} = 160 \frac{A}{mm^2} \cdot Sec \text{ cable} = 160 \frac{A}{mm^2} \cdot 50 mm^2 = 8 \text{ kA} < 10 \text{ kA}$$

La intensidad soportada por el conductor de cobre es inferior a la soportada por la autoválvula, de modo que su dimensionamiento es el adecuado.

6- DISTANCIAS DE SEGURIDAD

6.1- DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

La altura mínima de los conductores al terreno, estando aquellos en su posición de máxima flecha vertical, ha de ser la que resulte de aplicar la siguiente fórmula:

$$H = D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ metros, con un mínimo de 6 metros}$$

D_{add} = Distancia de Aislamiento Adicional (m).

D_{el} = Distancia de Aislamiento eléctrico, este valor se encuentra tabulado en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, en función de la tensión más elevada de la línea, resultando:

$$H = D_{add} + D_{el} = 5,3 + 1,00 = 6,3 \text{ m}$$

Se adoptará un mínimo de 8 metros.

La flecha máxima se obtendrá en las hipótesis de 50°C sin sobrecargas, 15°C con sobrecarga de viento ó de 0°C con sobrecarga de hielo, según se refleja en la tabla de cálculo mecánico de conductores.

6.2- SEPARACIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES Y ACCESORIOS EN TENSIÓN A APOYOS

En el apartado 5.4.2. de la ITC-LAT 07 se establece que la separación mínima entre conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} con un mínimo de 0,2 metros.

D_{el} se obtiene de la tabla 15 del apartado 5.3 de la ITC-LAT 07, resultando para una tensión de línea de 110 kV, un valor $D_{el} = 1,00 \text{ m}$.

En el caso de las cadenas de suspensión, se considerarán los conductores y la cadena de aisladores desviados bajo la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h, a la temperatura de -5 °C para zona A, de -10 °C para zona B y -15 °C para zona C.

Para los apoyos de la serie Arce, se tiene un vuelo de cruceta de 2,3 m. Considerando una longitud de la cadena de suspensión simple y doble de 1,50 m y 1,90 m respectivamente, y una distancia mínima al apoyo de 1,00 m, se obtendrán los ángulos de inclinación de las cadenas, que nos medirán las distancias al apoyo ó a la cruceta.

- Cadena de suspensión simple:

$$D_{\min \text{ apoyo}} = 2,3 - 1,50 \cdot \text{sen} \alpha = 1,00$$

$$\alpha = \arcsen \frac{2,3 - 1,00}{1,50} ; \quad \alpha = 60,07^\circ$$

$$D_{cruceta} = 1,50 \cdot \cos \alpha = 1,00$$

$$\alpha = \arccos \frac{1,00}{1,50} ; \quad \alpha = 48,19^\circ$$

- Cadena de suspensión doble:

$$D_{\min \text{ apoyo}} = 2,3 - 1,90 \cdot \sen \alpha = 1,00$$

$$\alpha = \arcsen \frac{2,3 - 1,00}{1,90} ; \quad \alpha = 43,17^\circ$$

$$D_{cruceta} = 1,90 \cdot \cos \alpha = 1,00$$

$$\alpha = \arccos \frac{1,00}{1,90} ; \quad \alpha = 58,24^\circ$$

Por lo tanto el máximo ángulo de inclinación de las cadenas de suspensión simple y doble que permiten los apoyos será de 48,19° y 43,17° respectivamente. Este valor deberá ser tenido en cuenta en aquellos apoyos que por la configuración del terreno originen posibles pérdidas de peso, las cuales se tendrán que contrarrestar con la colocación de contrapesos.

En algunos apoyos, debido al desnivel, se obtienen ángulos de oscilación superiores a los permitidos de acuerdo a los cálculos realizados anteriormente. De modo que en los apoyos con este inconvenientes colocaremos contrapesos adecuados para reducir el ángulo y obtener de este modo una distancia eléctrica dentro de los límites exigidos por el reglamento para la categoría de la línea proyectada.

Los apoyos en los que colocaremos contrapesos serán los siguientes:

Nº APOYO	APOYO	CONTRAPESO (daN)
11	ARCE 300 H40 25,00 CS	90,00
19	ARCE 300 H40 25,00 CS	30,00
33	ARCE 300 H40 25,00 CS	30,00
73	ARCE 300 H40 30,00 CS	30,00

Tabla 5.2.1 Apoyos con contrapeso

A continuación se indican los ángulos de oscilación calculados de las cadenas para cada uno de los apoyos proyectados:

LÍNEA AÉREA 110 kV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

Nº APOYO	APOYO	ÁNGULO DE OSCILACIÓN
1	DRAGO 900 H4 24,00 CA	0,00
2	ARCE 300 H40 30,00 CS	23,36
3	ARCE 900 H40 27,50 CA	0,00
4	ARCE 900 H40 27,50 CA	0,00
5	ARCE 900 H40 23,00 CA	0,00
6	ARCE 900 H40 20,70 CA	0,00
7	ARCE 300 H40 30,00 CS	27,92
8	ARCE 300 H40 23,00 CS	27,47
9	ARCE 300 H40 30,00 CS	30,96
10	ARCE 300 H40 30,00 CS	23,26
11	ARCE 300 H40 25,00 CS	41,66
12	ARCE 300 H40 30,00 CS	30,11
13	DRAGO 300 H4 33,00 CS	42,00
14	OLMO 275 H5 5TA CS	17,74
15	ARCE 900 H40 18,45 CA	0,00
16	ARCE 300 H40 30,00 CS	40,36
17	ARCE 300 H40 23,00 CS	34,21
18	ARCE 900 H40 20,70 CA	0,00
19	ARCE 300 H40 25,00 CS	39,00
20	ARCE 900 H40 18,45 CA	0,00
21	ARCE 900 H40 20,70 CA	0,00
22	OLMO 275 H5 5TA CS	42,00
23	OLMO 275 H5 5TA CS	24,22
24	ARCE 300 H40 27,50 CS	41,34
25	ARCE 300 H40 27,50 CS	41,34
26	ARCE 900 H40 25,00 CA	0,00
27	OLMO 275 H5 5TA CS	28,00
28	ARCE 300 H40 23,00 CS	22,29
29	ARCE 900 H40 25,00 CA	0,00
30	OLMO 275 H5 5TA CS	20,80
31	OLMO 275 H5 5TA CS	23,75
32	OLMO 275 H5 5TA CS	27,47
33	ARCE 300 H40 25,00 CS	37,59
34	ARCE 300 H40 23,00 CS	35,37
35	ARCE 300 H40 23,00 CS	24,22
36	ARCE 900 H40 23,00 CA	0,00
37	ARCE 300 H40 23,00 CS	30,54
38	ARCE 900 H40 30,00 CA	0,00
39	OLMO 275 H5 6T CS	39,00
40	ARCE 300 H40 23,00 CS	19,80

LÍNEA AÉREA 110 kV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

Nº APOYO	APOYO	ÁNGULO DE OSCILACIÓN
41	ARCE 900 H40 25,00 CA	0,00
42	ARCE 900 H40 25,00 CA	0,00
43	ARCE 900 H40 25,00 CA	0,00
44	ARCE 900 H40 23,00 CA	0,00
45	ARCE 900 H40 25,00 CA	0,00
46	ARCE 900 H40 27,50 CA	0,00
47	ARCE 900 H40 27,50 CA	0,00
48	ARCE 900 H40 25,00 CS	0,00
49	ARCE 300 H40 27,50 CS	5,71
50	ARCE 900 H40 25,00 CA	0,00
51	ARCE 300 H40 23,00 CS	21,30
52	ARCE 900 H40 25,00 CA	0,00
53	ARCE 300 H40 23,00 CS	20,81
54	ARCE 900 H40 25,00 CA	0,00
55	ARCE 300 H40 30,00 CS	42,00
56	OLMO 275 H5 6T CS	42,00
57	OLMO 275 H5 6T CS	28,00
58	ARCE 900 H40 27,50 CA	0,00
59	ARCE 300 H40 27,50 CS	44,12
60	ARCE 900 H40 25,00 CA	0,00
61	ARCE 900 H40 30,00 CA	0,00
62	ARCE 300 H40 25,00 CS	42,61
63	ARCE 300 H40 30,00CS	18,77
64	OLMO 275H5 6T CS	26,56
65	ARCE 900 H40 25,00 CA	0,00
66	ARCE 300 H40 30,00 CS	14,03
67	ARCE 900 H40 25,00 CA	0,00
68	ARCE 300 H40 30,00 CS	36,90
69	ARCE 300 H40 30,00 CS	37,95
70	OLMO 275 H5 6T CS	17,22
71	ARCE 900 H40 27,50 CA	0,00
72	ARCE 900 H40 27,50 CA	0,00
73	ARCE 300 H40 30,00 CS	36,50
74	DRAGO 900 H4 18,00 CA	0,00

Tabla 5.2.2. Ángulos de oscilación para los apoyos

6.3- SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES

La distancia mínima reglamentaria entre conductores se determina según la fórmula del apartado 5.4.1. de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

siendo:

- D = separación entre conductores en metros.
- F = flecha máxima en metros, según apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07.
- L = longitud en metros de la cadena de suspensión.
- D_{pp} = distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento p rápido. Los valores de D_{pp} se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, en función de la tensión más elevada de la línea.
- K' = coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea ($K'=0,75$) para líneas de 1ª categoría y $K'=0,85$ en líneas de categoría especial. $K' = 0,75$ en nuestro proyecto.
- K = coeficiente oscilación conductores con el viento, que se tomará de la siguiente tabla adjunta:

Ángulo de oscilación (α)	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superiores a 30 kV	Líneas de tensión nominal igual ó inferior a 30 kV
Superior a 65°	0,7	0,65
Comprendido entre 40° y 65°	0,65	0,6
Inferior a 40°	0,6	0,55

Tabla 5.3. Valores de "K" según " α "

$$\alpha = \arctg \frac{\text{Sobrecarga viento}}{\text{Peso propio}} = \arctg \frac{1,08}{0,956} = 48,48^\circ \Rightarrow K = 0,65$$

En las tablas resumen adjuntas pueden consultarse las separaciones entre conductores necesarias para cada vano de la línea en proyecto, comprobándose que no superan la separación dada por el armado elegido.

Apoyos		Tipo cadena		Longitud (m)	Serie	Vano de cálculo (m)	Flecha Máxima vano Cálculo +50°C (m)	Flecha máxima +50°C (m)	Separación de Conduc. Mínima Exigida (m)	Separación conductores proyectada (m)
P	1	CA	CA	17	1	17	0,38	0,38	1,26	3,30
1	2	CA	CS	227	2	219	6,45	7,15	2,60	4,00
2	3	CS	CA	210		219	6,45	6,04	2,65	4,00
3	4	CA	CA	84	3	84	1,46	1,46	1,65	4,00
4	5	CA	CA	488	4	488	28,14	28,14	4,31	4,50
5	6	CA	CA	209	5	209	13,26	5,97	2,45	4,00
6	7	CA	CS	230	6	336	13,86	6,51	2,52	4,00
7	8	CS	CS	352		336	13,86	15,27	3,53	4,00
8	9	CS	CS	460		336	13,86	26,12	4,28	4,00
9	10	CS	CS	276		336	13,86	9,38	3,05	4,00
10	11	CS	CS	396		336	13,86	19,43	3,87	4,00
11	12	CS	CS	303		336	13,86	11,32	3,23	4,00
12	13	CS	CS	288		336	13,86	10,23	3,09	4,00
13	14	CS	CS	232		336	13,86	6,68	2,73	3,30
14	15	CS	CA	165		336	13,86	3,35	2,30	4,00
15	16	CA	CS	317	7	307	11,75	12,57	3,17	4,00
16	17	CS	CS	308		307	11,75	11,87	3,24	4,00
17	18	CS	CA	294		307	11,75	10,84	3,15	4,00
18	19	CA	CS	325	8	323	12,89	13,14	3,22	4,00
19	20	CS	CA	320		323	12,89	12,70	3,35	4,00
20	21	CA	CA	205	9	205	5,89	5,89	2,44	4,00
21	22	CA	CS	148	10	192	5,16	3,07	2,00	4,00
22	23	CS	CS	162		192	5,16	3,68	2,35	3,30
23	24	CS	CS	150		192	5,16	3,16	2,27	3,30
24	25	CS	CS	240		192	5,16	8,09	2,88	4,00
25	26	CS	CA	207		192	5,16	6,04	2,65	4,00
26	27	CA	CS	189	11	176	4,47	5,19	2,34	4,00
27	28	CS	CS	120		176	4,47	2,09	2,10	3,30
28	29	CS	CA	192		176	4,47	5,33	2,57	4,00
29	30	CA	CS	208	12	197	5,39	6,05	2,46	4,00
30	31	CS	CS	148		197	5,39	3,05	2,25	3,30
31	32	CS	CS	151		197	5,39	3,18	2,27	3,30
32	33	CS	CS	190		197	5,39	5,03	2,58	3,30
33	34	CS	CS	267		197	5,39	9,94	3,10	4,00
34	35	CS	CS	158		197	5,39	3,48	2,32	3,30
35	36	CS	CA	160		197	5,39	3,57	2,33	4,00
36	37	CA	CS	330	13	286	10,33	13,81	3,28	4,00
37	38	CS	CA	165		286	10,33	3,45	2,31	4,00
38	39	CA	CS	245	14	218	6,40	8,11	2,71	3,30
39	40	CS	CS	198		218	6,40	5,31	2,61	4,00
40	41	CS	CA	200		218	6,40	5,41	2,58	4,00

LÍNEA AÉREA 110 kV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

ANEXO I

Apoyos		Tipo cadena		Longitud (m)	Serie	Vano de cálculo (m)	Flecha Máxima vano Cálculo +50°C (m)	Flecha máxima +50°C (m)	Separación de Conduc. Mínima Exigida (m)	Separación conductores proyectada (m)
41	42	CA	CA	293	15	293	10,93	10,93	3,01	4,00
42	43	CA	CA	205	16	205	5,93	5,93	2,45	4,00
43	44	CA	CA	90	17	90	1,61	1,61	1,69	4,00
44	45	CA	CA	262	18	262	8,88	8,88	2,80	4,00
45	46	CA	CA	160	19	160	3,85	3,85	2,14	4,00
46	47	CA	CA	218	20	218	6,49	6,49	2,52	4,00
47	48	CA	CS	104	21	90	1,60	2,14	1,81	4,00
48	49	CS	CS	90		90	1,60	1,60	2,01	4,00
49	50	CS	CA	59		90	1,60	0,72	1,84	4,00
50	51	CA	CS	313	22	276	9,69	12,5	3,16	4,00
51	52	CS	CA	211		276	9,69	5,70	2,61	4,00
52	53	CA	CS	166	23	187	4,94	3,92	2,15	4,00
53	54	CS	CA	203		187	4,94	5,83	2,63	4,00
54	55	CA	CS	167	24	155	3,63	4,24	2,20	4,00
55	56	CS	CS	117		155	3,63	2,08	2,10	3,30
56	57	CS	CS	146		155	3,63	3,25	2,28	3,30
57	58	CS	CA	171		155	3,63	4,47	2,46	4,00
58	59	CA	CS	167	25	160	3,82	4,2	2,19	4,00
59	60	CS	CS	145		160	3,82	3,15	2,27	4,00
60	61	CS	CA	165		160	3,82	4,09	2,40	4,00
61	62	CA	CS	196	26	204	5,72	5,29	2,36	4,00
62	63	CS	CS	271		204	5,72	10,15	3,12	4,00
63	64	CS	CS	198		204	5,72	5,42	2,62	3,30
64	65	CS	CS	170		204	5,72	3,99	2,39	4,00
65	66	CS	CS	123		204	5,72	2,09	2,10	4,00
66	67	CS	CA	167		204	5,72	3,85	2,37	4,00
67	68	CA	CS	187	27	177	4,51	5,05	2,32	4,00
68	69	CS	CS	196		177	4,51	5,57	2,60	4,00
69	70	CS	CS	127		177	4,51	2,34	2,14	3,30
70	71	CS	CA	175		177	4,51	4,42	2,45	4,00
71	72	CA	CS	143	28	164	3,98	3,1	2,34	4,00
72	73	CS	CS	187		164	3,98	5,2	2,60	4,00
73	74	CS	CA	153		164	3,98	3,47	2,37	4,00
74	P2	CA	CA	22	29	22	0,45	0,45	1,30	3,30

6.4- DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA

Respecto a la protección contra descargas atmosféricas (rayos) mediante el empleo de cable de tierra dispuesto en cúpula de apoyos por encima de los conductores, el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión recomienda en su apartado 2.1.7. de la ITC-LAT 07 que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra, con la línea determinada por este punto y cualquier conductor de fase, no exceda de 35 grados.

En la línea en proyecto se plantean las siguientes disposiciones de los armados:

ARMADO H5 (SERIE OLMO). Cadena de suspensión simple ALINEACIÓN:

- Longitud cúpula: 4,01 m.
- Longitud cruceta: 2,70 m.
- Longitud cadena de suspensión: 1,50 m.

$$\alpha = \arctg\left(\frac{\text{long cruceta}}{\text{long cúpula} + \text{long cad susp}}\right) = \arctg\left(\frac{2,70}{4,01 + 1,50}\right) = 26,10^\circ < 35^\circ$$

ARMADO H5 (SERIE OLMO). Cadena de suspensión doble ALINEACIÓN:

- Longitud cúpula: 4,01 m.
- Longitud cruceta: 2,70 m.
- Longitud cadena de suspensión: 1,90 m.

$$\alpha = \arctg\left(\frac{\text{long cruceta}}{\text{long cúpula} + \text{long cad susp}}\right) = \arctg\left(\frac{2,70}{4,01 + 1,90}\right) = 24,55^\circ < 35^\circ$$

ARMADO H40 (SERIE ARCE). Cadena de suspensión simple ALINEACIÓN:

- Longitud cúpula: 4,30 m.
- Longitud cruceta: 2,90 m.
- Longitud cadena de suspensión: 1,50 m.

$$\alpha = \arctg\left(\frac{\text{long cruceta}}{\text{long cúpula} + \text{long cad susp}}\right) = \arctg\left(\frac{2,90}{4,30 + 1,50}\right) = 26,56^\circ < 35^\circ$$

ARMADO H40 (SERIE ARCE). Cadena de suspensión doble ALINEACIÓN:

- Longitud cúpula: 4,30 m.
- Longitud cruceta: 2,90 m.
- Longitud cadena de suspensión: 1,90 m.

$$\alpha = \arctg\left(\frac{\text{long cruceta}}{\text{long cúpula} + \text{long cad susp}}\right) = \arctg\left(\frac{2,90}{4,30 + 1,9}\right) = 25,06^\circ < 35^\circ$$

ARMADO H40 (SERIE ARCE). Cadena de amarre ANCLAJE:

- Longitud cúpula: 4,30 m.
- Longitud cruceta: 2,90 m.

$$\alpha = \arctg\left(\frac{\text{long cruceta}}{\text{long cúpula}}\right) = \arctg\left(\frac{2,90}{4,30}\right) = 34,00^\circ < 35$$

ARMADO H4 (SERIE DRAGO). Cadena de amarre FIN DE LÍNEA:

- Longitud cúpula: 4,30 m.
- Longitud cruceta: 3,00 m.

$$\alpha = \arctg\left(\frac{\text{long cruceta}}{\text{long cúpula}}\right) = \arctg\left(\frac{3,00}{4,30}\right) = 34,90^\circ < 35$$

ARMADO H4 (SERIE DRAGO). Cadena de suspensión simple ALINEACIÓN:

- Longitud cúpula: 4,30 m.
- Longitud cruceta: 3,00 m.
- Longitud cadena de suspensión: 1,50 m.

$$\alpha = \arctg\left(\frac{\text{long cruceta}}{\text{long cúpula} + \text{long cad susp}}\right) = \arctg\left(\frac{3,00}{4,30 + 1,50}\right) = 27,34^\circ < 35^\circ$$

7- DISTANCIA EN CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

En los puntos siguientes se resumen las distancias reglamentarias para los cruzamientos a realizar con cada uno de los organismos afectados.

En el documento PLANOS aparecen reflejadas las distancias existentes en los cruzamientos.

El vano de cruce y los apoyos que lo limitan cumplen las prescripciones especiales que se detallan en el apartado 5.3. de la ITC 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, solicitando condicionado si procede al Organismo o Entidad afectada.

7.1- LÍNEAS ELÉCTRICAS Y DE TELECOMUNICACIÓN

7.1.1- Cruzamientos

En los cruces con líneas eléctricas se sitúa a mayor altura la de tensión más elevada, y en caso de igualdad la de instalación posterior.

La distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior, considerándose los conductores de la línea inferior en su posición de máxima desviación bajo la acción de la hipótesis de viento del apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, no es inferior a los valores del apartado 5.6.1. En la siguiente tabla se muestran dichos valores mínimos, remarcándose la tensión de nuestra línea proyectada.

TENSIÓN	DISTANCIA MÍNIMA (m)
< 45 kV	2
45 kV	2,1
45 kV < V ≤ 66 kV	3
66 kV < V ≤ 132 kV	4
132 kV < V ≤ 220 kV	5
220 kV < V ≤ 400 kV	7

Tabla 6.1.1 a). Distancia mínima en cruzamientos

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables no debe ser inferior a la especificada en el ap. 5.6.1 de la ITC-LAT 07:

$$D_{min} = D_{add} + D_{pp} \text{ metros}$$

En el caso de que la línea inferior tenga instalado cable de tierra, la mínima distancia vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra de la línea inferior no debe ser inferior a la especificada en el ap. 5.6.1 de la ITC-LAT 07.

$$D_{min} = D_{add} + D_{el} \text{ metros (con un mínimo de 2 m)}$$

En la siguiente tabla se indican las distancias mínimas reglamentarias:

TENSIÓN (kV)	DISTANCIA MÍNIMA FASE-FASE (m)	DISTANCIA MÍNIMA FASE-TIERRA (m)
45	3,2	2,1
66	3,2	2,2
110	4,15	2,5
132	4,4	2,7
220	5,5	3,2
400	7,2	4,3

Tabla 6.1.1 b). Distancias mínimas reglamentarias

7.1.2- Paralelismos entre líneas eléctricas

Se recomienda una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto entre los conductores más próximos de una y otra línea.

Además, se también se mantiene una distancia mínima igual a la señalada para separación entre conductores en el apartado 5.4.1. de la ITC 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, considerando como valor de U el de la línea de mayor tensión.

7.1.3- Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación

Se mantiene entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

7.2- CARRETERAS

7.2.1- Cruzamientos

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera cumple con:

$$D_{min} = D_{add} + D_{el} \text{ metros (con un mínimo de 7 m)}$$

siendo:

- $D_{add} = 6,3$ m para líneas de 1ª, 2ª y 3ª categoría.
- $D_{el} = 1,00$ m para una tensión de 110 kV.

De modo que:

$$D_{min} = 6,3 + 1,00 = 7,3 \text{ metros}$$

Además, los apoyos se instalan fuera de la zona afectada por la línea límite de edificación y a una distancia superior a vez y media su altura desde la arista exterior de la calzada.

La línea límite de edificación se encuentra, medida desde el borde exterior de la calzada y en función de la categoría de la carretera, a las distancias indicadas a continuación:

Red de carreteras del Estado (Ley 25/88, de 29 de Julio, de carreteras)

- Autopistas, autovías y vías rápidas 50 metros
- Resto de carreteras de la red estatal 25 metros

Red de carreteras autonómicas de Cataluña (aprobado por Decreto Legislativo 2/2009, de Ley de Carreteras de Cataluña)

- Autopistas, y vías preferentes 100 metros
- Carreteras convencionales de la red básica 50 metros
- Resto de carreteras de las otras redes 30 metros

7.3- FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES

7.3.1- Cruzamientos

La altura mínima de los conductores sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónica y telegráfica del ferrocarril no debe ser inferior a la especificada en el ap. 5.9.1 de la ITC-LAT 07, donde se cumple con:

$$D_{min} = 3,50 + D_{el} \text{ metros (con un mínimo de 4 m)}$$

siendo:

- $D_{el} = 1,00$ m para una tensión de 110 kV.

De modo que:

$$D_{min} = 3,5 + 1,00 = 4,5 \text{ metros}$$

No se instalan apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación, que es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

Además, en los cruzamientos se instalan los apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación superior a vez y media la altura del apoyo.

7.4- DISTANCIAS A TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES

7.4.1- Cruzamientos

El cruce de una línea eléctrica con teleféricos o cables transportadores deberá efectuarse siempre superiormente, salvo casos razonadamente muy justificados que expresamente se autoricen.

La distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, y la parte más elevada del teleférico, teniendo en cuenta las oscilaciones de los cables del mismo durante su explotación normal y la posible sobre elevación que pueda alcanzar por reducción de carga en caso de accidente será de:

$$D_{add} + D_{el} = 4,5 + D_{el} \text{ metros (con un mínimo de 5 m)}$$

siendo:

- $D_{el} = 1,00 \text{ m}$ para una tensión de 110 kV.

De modo que:

$$D_{min} = 4,5 + 1,00 = 5,5 \text{ metros}$$

La distancia horizontal entre la parte más próxima del teleférico y los apoyos de la línea eléctrica en el vano de cruce será como mínimo la obtenida en la fórmula anterior, es decir, 5,5 metros.

7.5- RIOS .Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES

7.5.1- Cruzamientos

La distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical, sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta es de:

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera cumple con:

$$G + D_{add} + D_{el} \text{ metros}$$

siendo:

ANEXO I

- G= gálibo (4,7 m si no existe gálibo definido).
- $D_{add} = 2,3$ m para líneas de 1ª, 2ª y 3ª categoría.
- $D_{el} = 1,00$ m para una tensión de 110 kV.

De modo que:

$$D = 4,7 + 2,30 + 1,00 = 8 \text{ metros}$$

Los apoyos se instalan a una distancia superior a 25 metros y, como mínimo, a vez y media la altura de los apoyos, desde el borde del cauce fluvial.

7.6- PASO POR ZONAS

Se cumple en todo caso lo dispuesto en el apartado 5.12 de la ITC-LAT 07.

7.6.1- Bosques, árboles y masas de arbolado

Cuando se sobrevuelen masas de arbolado se abrirán calles libres de cualquier vegetación que pueda favorecer un incendio, siempre que se cuente con la autorización del organismo competente.

Se establece una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$D_{min} = D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ metros (con un mínimo de 2 m)}$$

siendo:

- $D_{el} = 1,00$ m para una tensión de 110 kV.

De modo que:

$$D_{min} = 1,5 + 1,00 = 2,5 \text{ metros}$$

En caso de no disponer del permiso necesario para abrir la calle, se mantendrá entre los conductores en su posición más desfavorable y la masa de arbolado una distancia vertical suficiente para permitir el desarrollo completo de la especie sobrevolada sin necesidad de realizar podas periódicas de la misma. Por lo tanto la distancia de los conductores al suelo deberá ser la altura máxima de la especie sobrevolada, incrementada en la distancia de la tabla anterior expresada en función de la tensión de la línea

7.7- EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS

No se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$D_{min} = D_{add} + D_{el} = 3,3 + D_{el} \text{ metros (con un mínimo de 5 m)}$$

siendo:

- $D_{el} = 1,00$ m para una tensión de 110 kV.

De modo que:

$$D_{min} = 3,3 + 1,00 = 4,3 \text{ metros}$$

Observamos que la distancia calculada es inferior a la distancia mínima exigida por el reglamento, de modo que queda incrementada por una distancia de seguridad a ambos lados de 5,50 metros.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella serán las indicadas en el ap. 5.12.2 de la ITC-LAT 07:

- Sobre puntos accesibles a las personas:

$$D_{min} = 5,5 + D_{el} = 5,5 + 1,00 = 6,5 \text{ metros (con un mínimo de 6 m)}$$

- Sobre puntos no accesibles a las personas:

$$D_{min} = 3,3 + D_{el} = 3,3 + 1,00 = 4,3 \text{ metros (con un mínimo de 4 m)}$$

En la línea proyectada, todos los cruzamientos con edificios y zonas urbanas se considerarán como puntos no accesibles.



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza**

LÍNEA AÉREA 110 KV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARAN, LERIDA

ANEXO II

ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

AUTOR: Jorge Villacampa Puyal
DIRECTOR: Antonio Montañés Espinosa
ESPECIALIDAD: Electricidad
CONVOCATORIA: Abril 2015

<u>Índice</u>	PÁG.
1- OBJETO	3
2- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE PROTECCIÓN	3
2.1- PRESCRIPCIONES GENÉRICAS	3
2.2- CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DEL TENDIDO ELÉCTRICO PARA EVITAR ELECTROCUCIONES	3
2.2.1- AISLAMIENTO	4
2.2.2- DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES	4
2.2.3- CRUCETAS Y ARMADOS	4
2.3- MEDIDAS PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE COLISIÓN	4
2.4- MEDIDAS ADOPTADAS PARA REDUCIR EL IMPACTO PAISAJÍSTICO	4
3- PLANOS	5

1- OBJETO

Este documento tiene por objeto describir las actuaciones que se adoptan sobre las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión, con tensión nominal superior o igual a 30 kV, en cumplimiento de la siguiente legislación.

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el Ministerio Presidencial, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BO.E. nº222 de 13-09-2008).
- Resolución MAH/3627/2010, de 25 de octubre, por la que se delimitan las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración local de las especies de aves amenazadas en Cataluña, y se da publicidad de las zonas de protección para la avifauna con la finalidad de reducir el riesgo de electrocución y colisión con las líneas eléctricas de alta tensión.

2- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE PROTECCIÓN

Para lograr cumplir con lo definido en el primer apartado del presente documento, se describen las acciones adoptadas en el proyecto y realización de las instalaciones eléctricas aéreas, (planteamiento del trazado, características constructivas y definición de las características técnicas de los equipos), con el fin de reducir los riesgos de electrocución o colisión que las mismas suponen para la avifauna, así como para la reducción del impacto paisajístico.

Estas acciones se han estructurado en los siguientes puntos.

2.1- PRESCRIPCIONES GENÉRICAS

Con carácter general se adoptarán las siguientes medidas:

- No se instalarán aisladores rígidos.
- No se instalarán puentes flojos por encima de travesaños ó cabecera de los apoyos.

No se instalarán autoválvulas y seccionadores en posición dominante, por encima de travesaños o cabecera de apoyos.

2.2- CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DEL TENDIDO ELÉCTRICO PARA EVITAR ELECTROCUCIONES

Para evitar la electrocución de la avifauna se han adoptado las siguientes prescripciones técnicas:

2.2.1- AISLAMIENTO

Los apoyos se proyectan con cadenas de aisladores suspendidos o de amarre, pero nunca rígidos.

2.2.2- DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES

La distancia entre conductores no aislados será igual o superior a 1,50 m.

2.2.3- CRUCETAS Y ARMADOS

Apoyos de alineación (suspensión): La fijación de las cadenas de aisladores a las crucetas se realizará a través de cartelas, manteniendo una distancia mínima de 0,75 m entre el punto de posada y el conductor en tensión.

Apoyos de ángulo y anclaje (amarre): La fijación de los conductores a la cruceta se realizará a través de cartelas que permitan mantener una distancia mínima de 0,70 m entre zona de posada y punto en tensión (1,00 m en espacios naturales protegidos ya declarados o dotados de instrumentos de planificación de recursos naturales específicos).

Apoyos con armado tipo tresbolillo (doble circuito): La distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,50 metros

- En apoyos con cadenas de suspensión, para la fase central se procederá al aislamiento de la grapa y de 1 metro de conductor a cada lado de la misma.
- En apoyos con cadenas de amarre, se forrará el puente central.

2.3- MEDIDAS PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE COLISIÓN

La prescripción técnica prevista para este objetivo es la señalización de los vanos que atraviesan cauces fluviales, zonas húmedas, pasos de cresta, collados de rutas migratorias y/o colonias de nidificación, mediante el empleo de bandas de balizamiento de neopreno en “X”, dispuestas en los conductores de fase y/o de tierra, de diámetro aparente inferior a 20 mm, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 metros como máximo.

2.4- MEDIDAS ADOPTADAS PARA REDUCIR EL IMPACTO PAISAJÍSTICO

Con carácter general se adoptarán las siguientes medidas para reducir el impacto paisajístico:

- En la construcción de la línea se mantendrá el mismo trazado de la línea dañada.
- El trazado de la línea discurrirá próximo a vías de comunicación (carreteras, líneas aéreas, caminos, etc.).
- Se evitará el trazado por cumbres o lomas en zonas de relieve accidentado.

LÍNEA AÉREA 110 kV. INTERCONEXIONES VALLE DE ARÁN, LERIDA

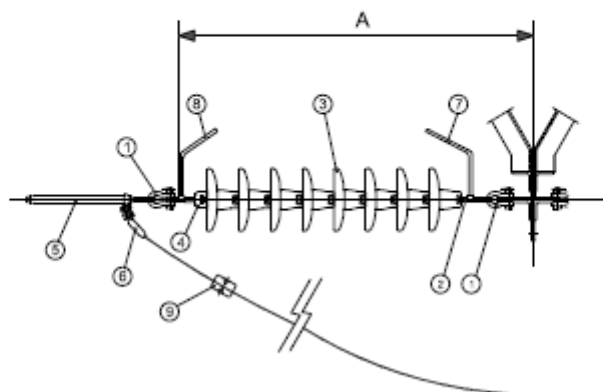
ANEXO II. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

- Se evitarán los desmontes y la roturación de la cubierta vegetal en la construcción de los caminos de acceso a la línea, utilizando accesos existentes.
- Se retirarán los elementos sobrantes en la construcción.
- Se evitará el arrastre de materiales sueltos a cursos de aguas superficiales durante el movimiento de tierras.
- Se adecuará la ubicación del apoyo al terreno, utilizando patas de longitud variable.
- Al objeto de lograr cierta uniformidad en el entorno paisajístico, y siempre que sea posible, se procurará que el material constitutivo de los apoyos sea de similares características a los ya existentes en la zona.

3- PLANOS

- Montaje cadenas de aislamiento. Características y distancias.
- Tipos de apoyos. Distancias de seguridad.
- Dispositivos de balizamiento: Tipo, ubicación y cadencia.

DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y PUNTO EN TENSIÓN

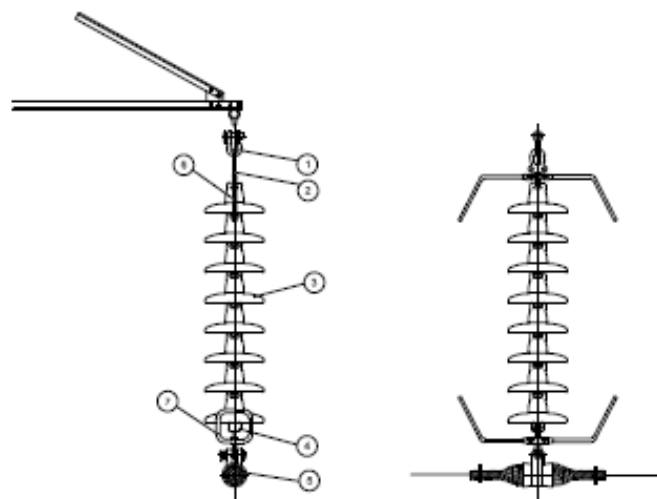


FORMACIÓN CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD
U100BL/146	A = 1,720 mm	> 700 mm ó 1.000 mm

MONTAJE CADENA DE AMARRE COMPLETA CON GRAPA A COMPRESIÓN
Y
PUENTE COMPRIMIDO PARA 110 kV

9	1+1	CONTRAPESOS DE 10 kg, PARA BUCLE DE CABLE LA-280
8	1+1	RAQUETA R-35/16
7	1+1	DESCARGADOR SUPERIOR D-35/19
6	1+1	COLAS DE COMPRESIÓN
5	1+1	GRAPA DE AMARRE A COMPRESIÓN
4	1+1	ROTULA DE PROTECCIÓN R-16-P
3	8+6	ALISADORES DE CAPERUZA Y VÁSTAGO U100BL/146
2	1+1	ANILLA BOLA PROTECCIÓN AB-16-P
1	2+2	GRILLETE RECTO GN-16
Marca	Nº Piezas	Denominación

DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y CONDUCTOR

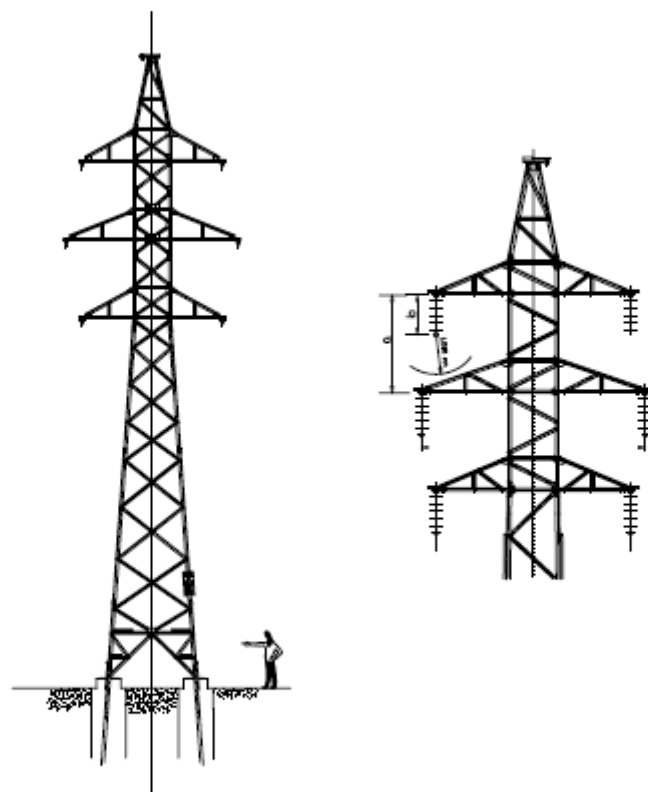


FORMACIÓN CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD
U70BL/146	A = 1,538 mm	> 700 mm
U70BL/146	A = 1,918 mm	> 700 mm

MONTAJE CADENA DE SUSPENSIÓN ARMADA TIPO GSA 110 kV

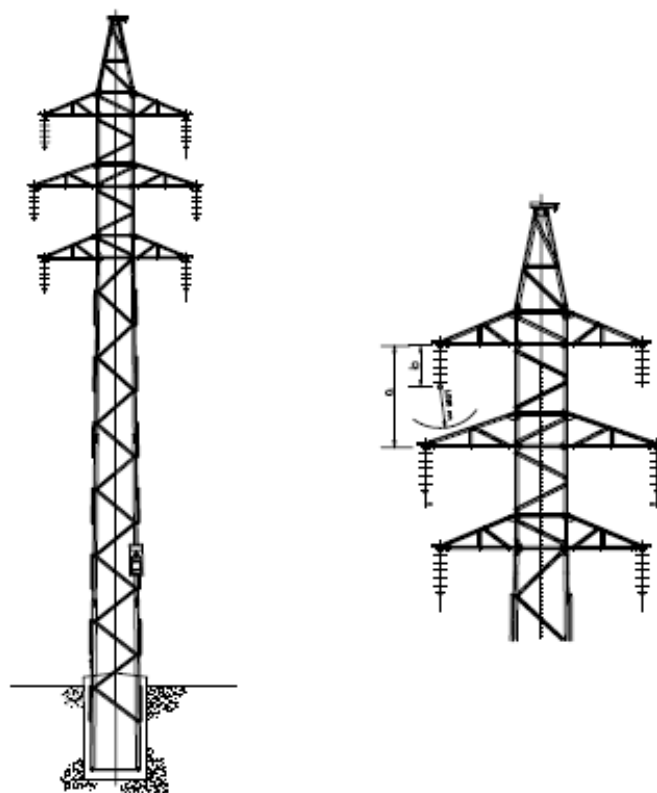
7	1	DESCARGADOR INFERIOR D-35/19
6	1	DESCARGADOR SUPERIOR D-35/19
5	1	GRAPA DE SUSPENSIÓN ARMADA TIPO GSA
4	1	ROTULA DE PROTECCIÓN R-18P
3	6	AISLADORES DE CAPIERUZA Y VÁSTAGO U70BL/146
2	1	ANILLA BOLA PROTECCIÓN AB-16
1	1	GRILLETE RECTO GN-16T
Marca	Nº Piezas	Denominación

DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y CONDUCTOR
APOYOS TIPO ARCE O SIMILAR Y ARMADOS HEXÁGONO 110 KV



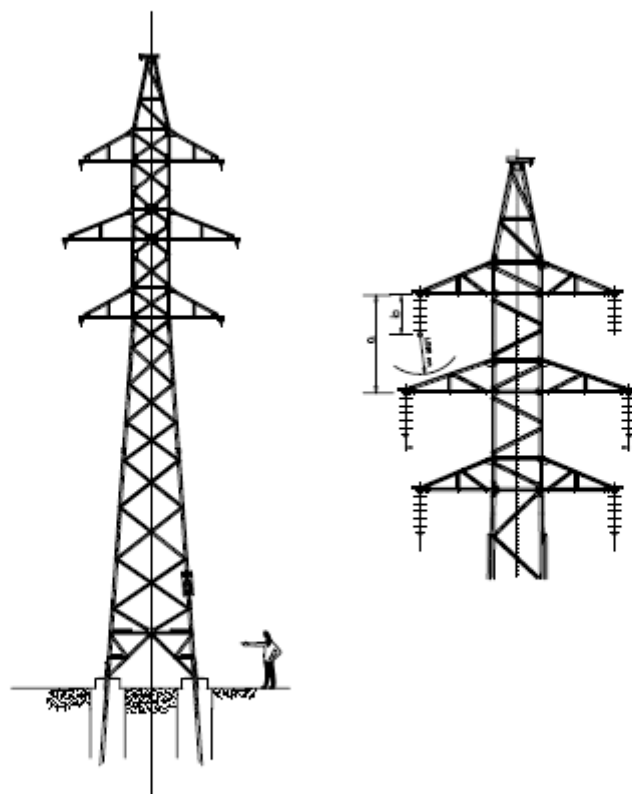
ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA		DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD (a - b) & (a - c)
	a (mm)	b (mm)	
H40	4,000	1,538 1,918	> 1.500 mm

DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y CONDUCTOR
APOYOS TIPO OLMO O SIMILAR Y ARMADOS HEXÁGONO 110 KV



ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA		DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD (a - b) 6 (a - c)
	a (mm)	b (mm)	
H5	3,300	1,538 1,918	> 1.500 mm

DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y CONDUCTOR
APOYOS TIPO DRAGO O SIMILAR Y ARMADOS HEXÁGONO 110 KV



ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA		DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD (a - b) ó (a - c)
	a (mm)	b (mm)	
H4	3,300	1,538 1,918	> 1.500 mm